MARATHON MM SERIE

Hochleistungspyrometer



Betriebsanleitung



Rev. D4 01/2013
58201-1

Kontakte

Worldwide Headquarters
Santa Cruz, CA USA
Tel: +1 800 227 – 8074 (USA and Canada only)
+1 831 458 – 3900
Fax: +1 831 458 – 1239

solutions@raytek.com

European Headquarters
Berlin, Germany
Tel: +49 30 4 78 00 80

raytek@raytek.de

France

info@raytek.fr

United Kingdom

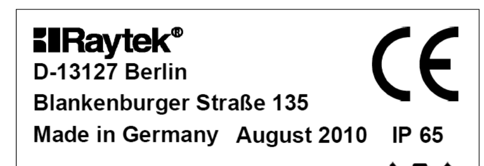
ukinfo@raytek.com

Fluke Service Center
Beijing, China
Tel: +86 10 6438 4691
Tel: +86 10 4008103435 (Service)

info@raytek.com.cn

Internet: http://www.raytek.com/

Vielen Dank, dass Sie sich für den Kauf eines Raytek Produkts entschieden haben. Melden Sie sich noch heute unter www.raytek.com/register an, um aktuelle Informationen zu Produktweiterentwicklungen und Softwareaktualisierungen zu erhalten!



GARANTIE

Der Hersteller garantiert für jedes Produkt eine Garantie von zwei Jahren ab Datum der Rechnungslegung. Nach diesem Zeitraum wird im Reparaturfall eine zwei-jährige Garantie auf alle reparierten Gerätekomponenten gewährt. Die Garantie erstreckt sich nicht auf elektrische Sicherungen, Primärbatterien und Teile, die missbräuchlich verwendet bzw. zerstört wurden. Bei Öffnen des Gerätes erlischt ebenfalls die Garantie.

Im Falle eines Gerätedefektes während der Garantiezeit wird das Gerät kostenlos repariert bzw. kalibriert. Die Frachtkosten trägt der jeweilige Absender. Der Hersteller behält sich den Umtausch des Gerätes oder von Teilen des Gerätes anstelle einer Reparatur vor. Ist der Defekt auf unsachgemäße Behandlung oder Zerstörung zurückzuführen, werden die Kosten in Rechnung gestellt. Vor Beginn der Reparatur wird in diesem Fall auf Anforderung ein Kostenvoranschlag erstellt.

GARANTIE FÜR DIE SOFTWARE

Der Hersteller kann nicht gewährleisten, dass die hierin beschriebene Software mit jeder individuellen Software- oder Hardwareausstattung arbeitet. Bei Einsatz unter Modifikationen von Windows® Betriebssystemen, bei Nutzung in Verbindung mit speicherresidenter Software sowie bei unzureichendem Speicher kann die Funktion der Software nicht gewährt werden.

Der Hersteller garantiert die Fehlerfreiheit der Programmdiskette hinsichtlich Material und Herstellung, normalen Gebrauch voraussetzend, für die Dauer eines Jahres ab Datum der Rechnungslegung. Neben dieser Garantie übernimmt der Hersteller keinerlei Gewähr, bezogen auf die Software und deren Dokumentation, weder ausdrücklich noch stillschweigend, hinsichtlich Qualität, Arbeitsweise, Verfügbarkeit oder Einsetzbarkeit für spezielle Anwendungen. Dementsprechend sind Software und Dokumentation lizenziert, und der Lizenznehmer (im Allgemeinen der Nutzer) übernimmt jegliche Verantwortung hinsichtlich des Einsatzes der Software.

Die Haftung des Herstellers überschreitet in keinem Fall die Höhe des durch den Anwender erbrachten Kaufpreises. Der Hersteller ist ausdrücklich nicht haftbar für jegliche Folgeschäden. Darüber hinaus ist der Hersteller nicht verantwortlich zu machen für aus Folgeschäden entstandenen Kosten, Gewinnverlust, Datenverlust, für Schäden an Software anderer Hersteller oder dergleichen. Der Hersteller behält sich alle Rechte an Software und Dokumentation vor.

Die Vervielfältigung der Software zu anderen als zu Sicherungszwecken ist verboten.

Der Hersteller behält sich Änderungen der in dieser Anleitung angegebenen Spezifikationen im Sinne technischer Weiterentwicklungen vor.

Inhaltsverzeichnis



1 Sicherheitshinweise

Diese Anleitung ist Teil des Geräts und über die Lebensdauer des Produktes zu behalten. Nachfolgenden Benutzern des Geräts ist die Anleitung mitzugeben. Es ist sicherzustellen, dass gegebenenfalls jede erhaltene Ergänzung in die Anleitung einzuführen ist.
Das Gerät darf nur in Betrieb genommen werden, wenn es gemäß vorliegender Anleitung von ausgebildeten Fachkräften in die Maschine eingebaut worden ist und es als Ganzes mit den entsprechenden gesetzlichen Vorschriften übereinstimmt.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch
Das Gerät dient der Messung von Temperaturen. Das Gerät kann im Dauerbetrieb eingesetzt werden. Der Betrieb ist auch unter erschwerten Bedingungen wie hohe Umgebungstemperaturen zulässig, wenn die technischen Betriebsdaten aller Komponenten des Geräts berücksichtigt werden. Zum bestimmungsgemäßen Gebrauch gehört auch das Beachten der Betriebsanleitung.

Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch
Das Gerät darf nicht für medizinische Diagnosezwecke genutzt werden.

Ersatzteile und Zubehör
Verwenden Sie nur vom Hersteller freigegebene Originalteile bzw. Zubehör. Die Verwendung anderer Produkte können die Arbeitssicherheit und die Funktionsfähigkeit des Geräts beeinträchtigen.

Sicherheitshinweise

Sicherheitssymbole

Symbol	Bedeutung
∼	**AC (Wechselstrom)**
⎓	**DC (Gleichstrom)**
⚠	**Mögliche Gefährdung. Wichtige Information. Siehe Betriebsanleitung.**
⚠	**Gefährliche Spannung. Risiko eines elektrischer Unfalls.**
i	**Hilfreiche Informationen zum optimalen Gebrauch des Geräts.**
⏚	**Funktionserdung**
⏚	**Schutzerdung**
	Sicherung
	Relais, geöffnete Kontakte im Ruhezustand (NO)
	Relais, geschlossene Kontakte im Ruhezustand (NO)
	Schalter- oder Relaiskontakt
	Gleichspannungsversorgung
CE	**Gemäß den Vorschriften der Europäischen Richtlinien**
	Altgeräte müssen fach- und umweltgerecht als Elektronikschrott entsorgt werden.



Um elektrische Unfälle, Feuer oder Personenschäden zu vermeiden, sind die folgenden Sicherheitshinweise zu beachten:

- Machen Sie sich mit allen Sicherheitshinweisen vertraut, bevor Sie das Gerät benutzen.
- Benutzen Sie das Gerät nur wie spezifiziert, andernfalls kann der Geräteschutz beeinträchtigt werden.
- Lesen Sie sorgfältig alle Hinweise.
- Benutzen Sie das Gerät nicht, wenn es beschädigt ist.
- Benutzen Sie das Gerät nicht, wenn es offensichtlich falsch arbeitet.
- Schauen Sie nicht direkt in den Laserstrahl, auch nicht über optische Hilfsmittel wie Teleskope oder Mikroskope. Optische Hilfsmittel können den Laserstrahl fokussieren und Schäden am Auge bewirken.
- Schauen Sie nicht direkt in den Laser und zielen Sie nicht auf andere Menschen oder Tiere. Beachten Sie auch mögliche Reflexionen des Laserstrahls!
- Nutzen Sie keine Lasersichtgläser oder Laserschutzgläser. Nutzen Sie Lasersichtgläser nur für eine bessere Sichtbarkeit des Lasers inmitten heller Umgebungen!
- Nutzen Sie das Gerät nur wie spezifiziert, andernfalls kann gefährliche Laserstrahlung auftreten.

2 Produktbeschreibung

Die Marathon MM Serie leistungsfähiger, kontaktloser Temperatursensoren verfügt über innovative Funktionen, wie zum Beispiel Videoüberwachungs- und Aufnahmemöglichkeiten, und bietet dadurch mehr Flexibilität für eine Vielzahl von Anwendungen.

Die Marathon MM Serie deckt einen Temperaturbereich von –40 bis 3000°C ab und besteht aus sechs Infrarotsensormodellen. Diese Pyrometer werden je nach Spektral- und Temperaturbereich zur Temperaturüberwachung von Prozessen im Niedrig-, Mittel- oder Hochtemperatursegment eingesetzt. Alle Sensoren bieten ein einheitliches Hardwarekonzept und ermöglichen den Einsatz der DataTemp Multidrop Software für die einfache und sichere Installation, Konfiguration und Datenerfassung.

Alle Sensoren verfügen über ein koaxiales Durchsichtvisier und optionalem Laservisier. Alternativ zum Laservisier ist optional auch eine Videokamera für das genaue Ausrichten auf das Messobjekt erhältlich..

Die Marathon MM Sensoren sind robust und verfügen über ein kompaktes Edelstahlgehäuse mit dem Schutzgrad IP65. Für die digitale Datenübertragung sowie die Alarm- und Analogwertausgabe stehen eine RS485-Schnittstelle, ein Alarmrelais und ein 0/4 – 20 mA Stromausgang zur Verfügung. Über die RS485-Schnittstelle können bis zu 32 Sensoren in einem Netzwerk verbunden werden. Fernüberwachung, Sensorkontrolle und Datenerfassung können auf diese Weise mit Hilfe der DataTemp Multidrop Software einfach von einem einzigen PC gesteuert werden.

3 Technische Daten

3.1 Messtechnische Parameter

Temperaturbereich

LT	-40 bis 800°C
G7	300 bis 900°C
G5L	250 bis 1650°C
G5H	450 bis 2250°C
MT	250 bis 1100°C
3M	100 bis 600°C
2ML	300 bis 1100°C
2MH	450 bis 2250°C
1ML	400 bis 1740°C
1MH	540 bis 3000°C



Messungen am unteren Temperaturbereich der 1M Modelle können aufgrund von Tageslichteinflüssen zu fehlerhaften Messungen führen!

Spektralbereich

LT	8 bis 14 µm
G7	7.9 µm
G5	5 µm
MT	3.9 µm
3M	2.1 bis 2.5 µm
2M	1.6 µm
1M	1 µm

Einstellzeit (95%)

LT, MT, G7	120 ms
G5	60 ms
3M	20 ms
1M, 2M	2 ms

Erfassungszeit [1] (95%)

1M, 2M	1 ms

Systemgenauigkeit [2]

LT	± 1% vom Messwert oder ± 1°C, für T_{mess} > 0°C (der größere Wert gilt)

[1] Die Erfassungszeit ist die Zeitspanne, in der das Messobjekt sich im Sichtfeld des Sensors befinden muss, um einen Messwert zu erzielen. Die Ausgabe des Messwertes kann zeitversetzt erfolgen. (VDI/VDE 3511)

[2] bei 23°C ±5°C, Emissionsgrad = 1.0 und Ansprechzeit 1.0 s

	± 2°C, für T_{mess} < 0°C (32°F)
MT	± 1% vom Messwert, für T_{mess} > 350°C
	± 2% vom Messwert oder ± 2°C, für T_{mess} < 350°C (der größere Wert gilt)
G5L, G5H, G7	± 1% vom Messwert
3M	± 1% vom Messwert, für T_{mess} > 150°C
	± 5°C, für T_{mess} < 150°C
2ML	± (0.3% vom Messwert + 2°C)
2MH	± (0.3% vom Messwert + 1°C)
1ML	± (0.3% vom Messwert + 1°C), für T_{mess} > 450°C
	± (2% vom Messwert + 2°C), für T_{mess} < 450°C
1MH	± (0.3% vom Messwert + 1°C), für T_{mess} > 650°C
	± (2% vom Messwert + 2°C), für T_{mess} < 650°C
1MH	± (0.3% vom Messwert + 1°C), für T_{mess} > 650°C
	± (2% vom Messwert + 2°C), für T_{mess} < 650°C

Reproduzierbarkeit [3]

LT, MT, G5, 3M, G7	± 0.5% vom Messwert oder ± 0.5°C, der größere Wert gilt
2ML, 2MH	± (0.1% vom Messwert + 1°C)
1ML	± (0.1% vom Messwert + 1°C), für T_{mess} > 450°C
1MH	± (0.1% vom Messwert + 1°C), für T_{mess} > 650°C

Temperaturauflösung (mA Ausgang)

2MH, 1MH	0.2 K
alle anderen Modelle	0.1 K

Rauschäquivalente Temperatur (NETD)

LT	0.1 K bei T_{Obj} = 23°C, $T_{Umgebung}$ = 23°C
3M	0.1 K bei T_{obj} = 200°C, $T_{Umgebung}$ = 25°C
MT, G5, G7	0.5 K bei T_{Obj} = 10% von Spanne Messbereich, $T_{Umgebung}$ = 25°C
2M, 1M	0.5 K bei T_{Obj} = 10% von Spanne Messbereich, $T_{Umgebung}$ = 25°C
	am Gerät eingestellte Einstellzeit gleich spezifizierter Einstellzeit

Emissionsgrad	0.100 bis 1.150, in 0.001 Schritten
Signalverarbeitung	Maximal- und Minimalwerthaltung, Mittelwertbildung, erweitere Maximal- und Minimalwerthaltung, Kompensation der Hintergrundtemperatur

[3] bei 23°C ±5°C

3.2 Optische Parameter

In jedem Fall muss sichergestellt werden, dass das Messobjekt den Messfleck vollständig ausfüllt, siehe Abschnitt 6.1.1 Entfernung und Messfleckgröße, Seite 23.

Befindet sich das Gerät im Scharfpunktabstand zum Messobjekt, so kann die sich ergebende Messfleckgröße wie folgt berechnet werden: Teilen Sie den Messabstand D durch das D:S Verhältnis ihres Geräts. Zum Beispiel: für ein Gerät mit D:S = 300:1 und einem Messabstand von 2200 mm zum Messobjekt (teile 2200 durch 300) ergibt sich eine ungefähre Messfleckgröße von 7,3 mm.

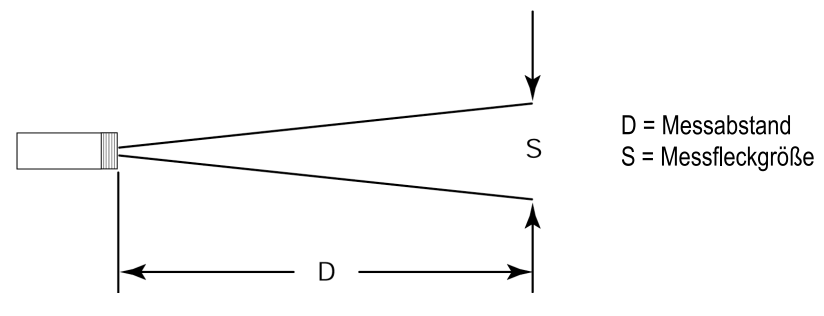


Abbildung 1: Berechnung der Messfleckgröße

Alle Messfleckgrößen basieren auf dem Energiewert von 90%.

3.2.1 Variabler Fokus

Model	Focus	Focus Range	Optical Resolution D:S *	Smallest Spot Size
LT, MT, G5, 3M	VF1	200 mm bis 2200 mm	70:1	2.9 mm @ 200 mm
G7	VF1	200 mm bis 2200 mm	100:1	2.9 mm @ 200 mm
1ML, 2ML	VF1	300 mm bis 2200 mm	160:1	1.9 mm @ 300 mm
1MH, 2MH	VF1	300 mm bis 2200 mm	300:1	1 mm @ 300 mm

* Die optische Auflösung wird für jeden Fokuspunkt im Fokusbereich erreicht.

Mittlere Ausfallzeit (MTBF) 10.000 Operationen (bei $T_{Umgebung}$ = 23°C)

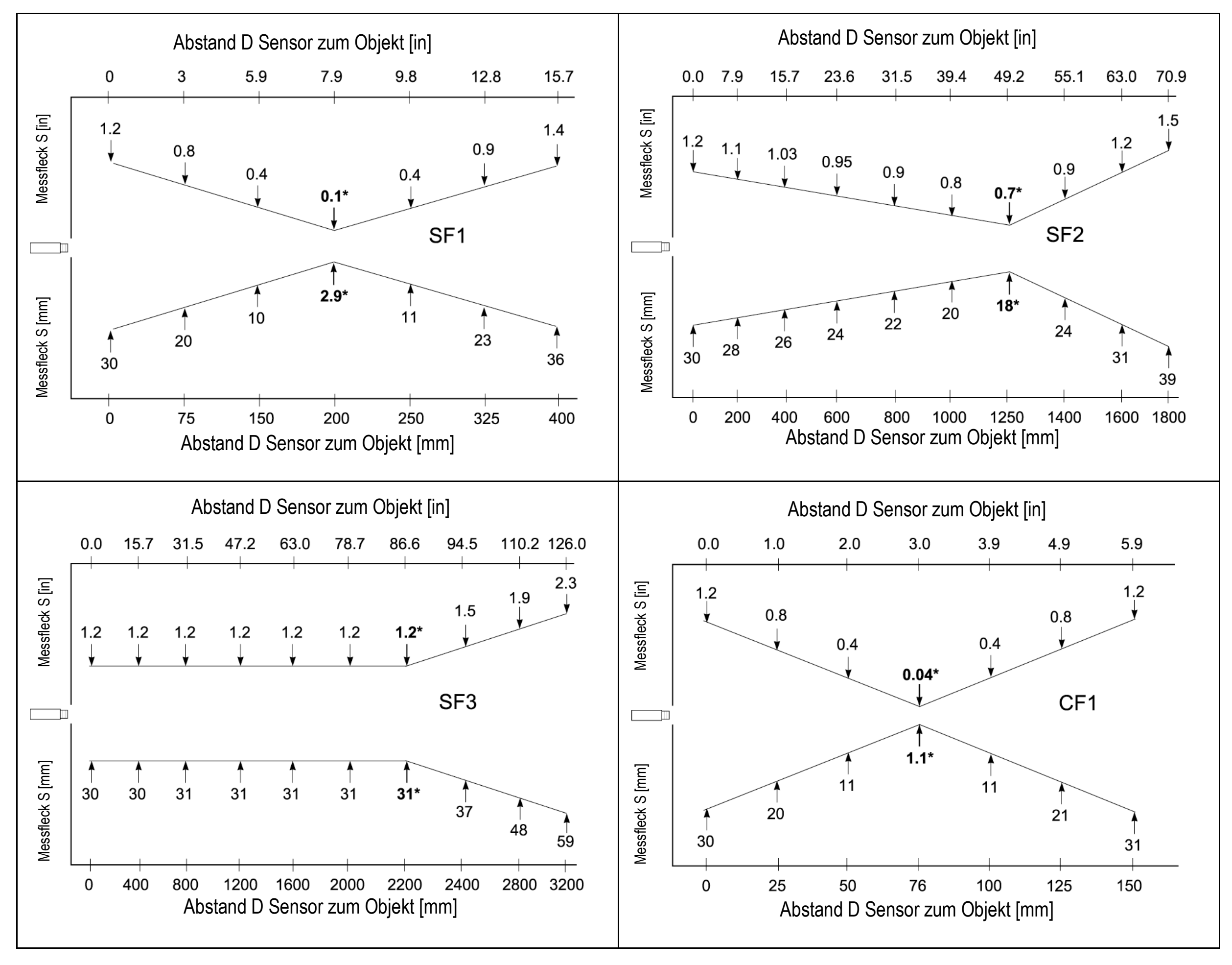
3.2.2 Festfokus

Optische Auflösung D:S

LT, MT, G5, 3M	70:1
G7	100:1

Erhältliche Optiken

LT, MT, G5, 3M, G7	SF1, SF2, SF3
LT, 3M	CF1



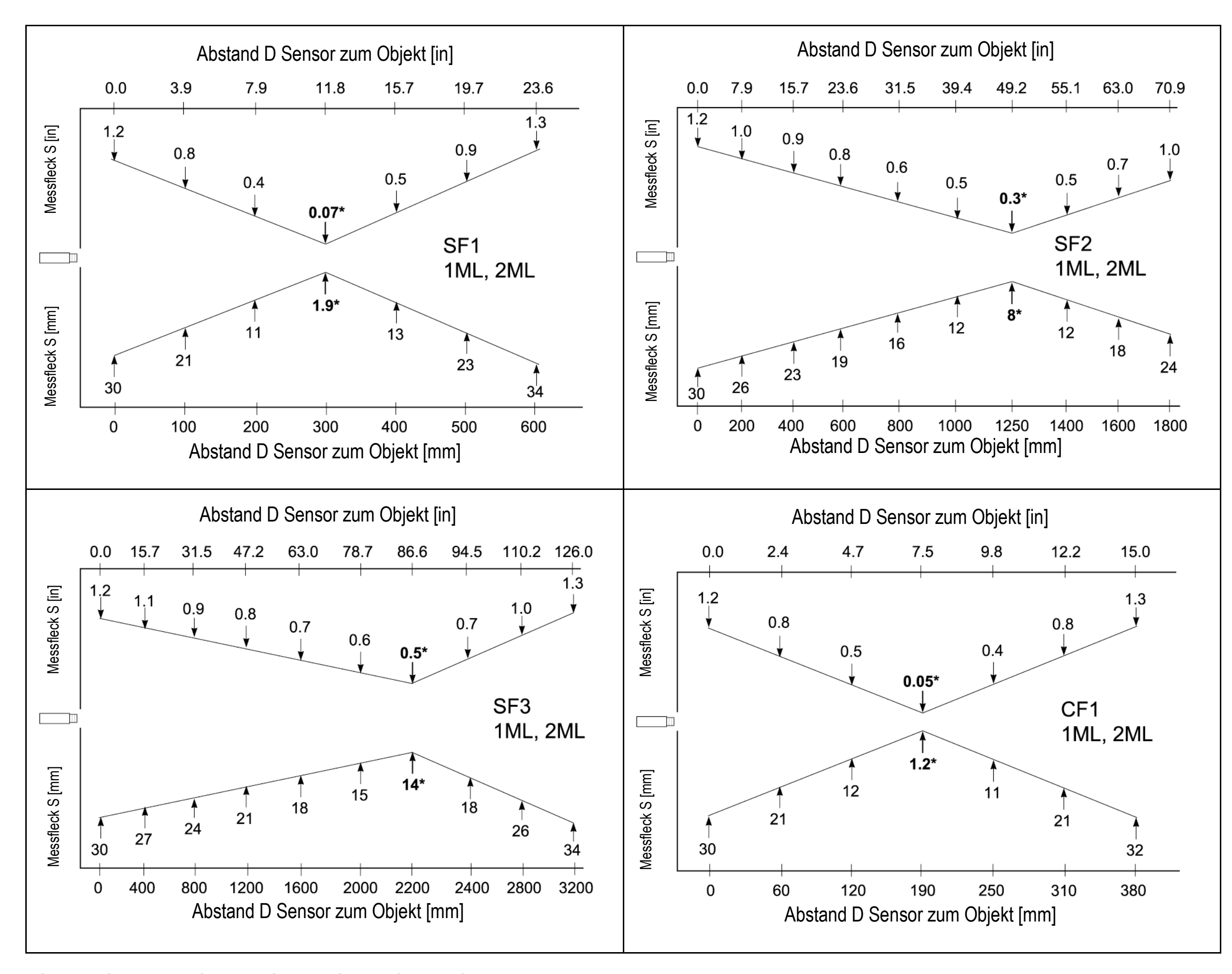
SF … Standardfokus, CF … Scharfpunktfokus

* spezifizierte optische Auflösung D:S gilt nur im Scharfpunkt

Tabelle 1: Optische Diagramme für Sensoren mit einer optischen Auflösung von 70:1



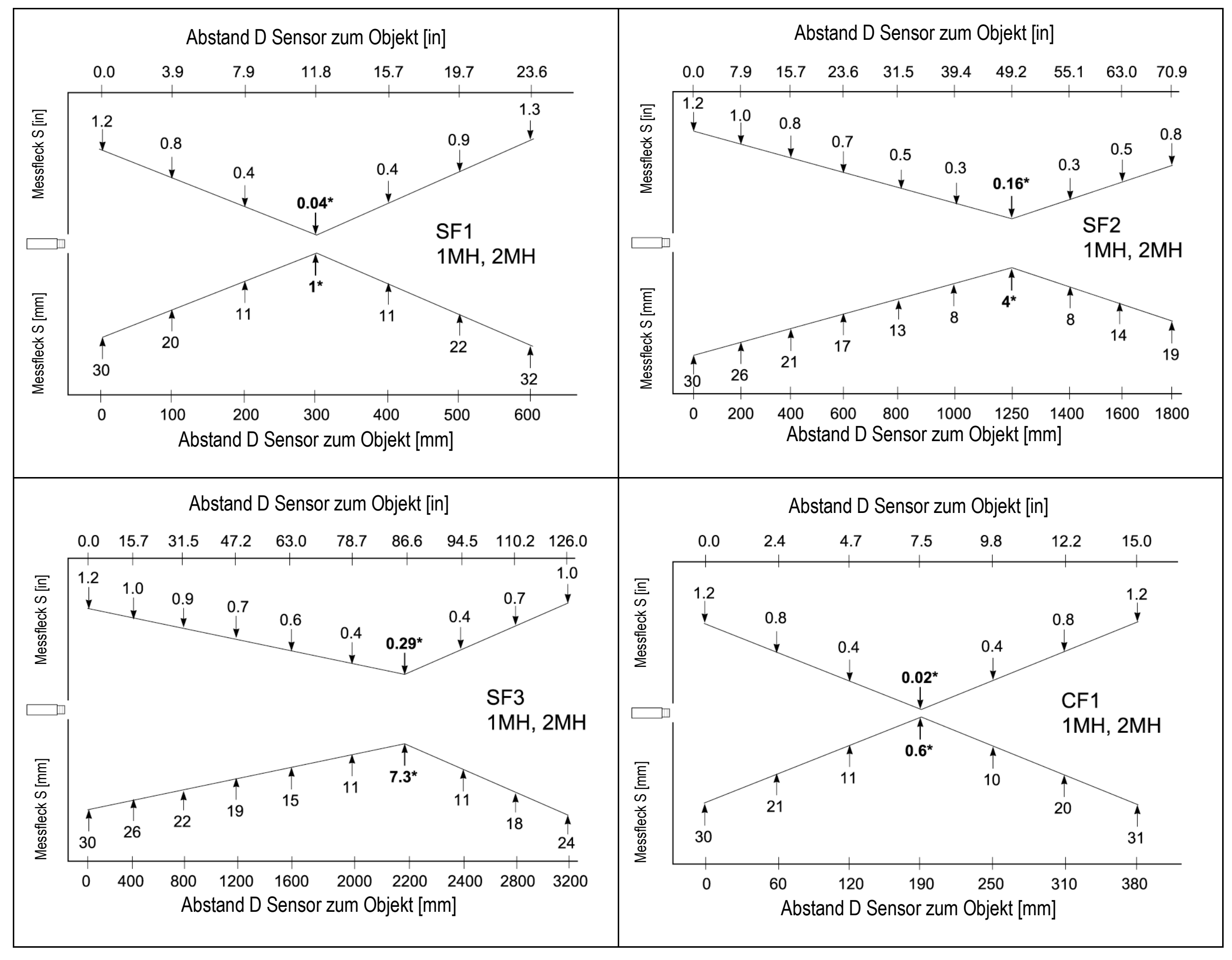
Der Scharfpunktabstand wird von der Frontseite des Sensors gemessen. Bei Geräten mit Wasser- / Luftkühlgehäuse müssen 34,5 mm vom Scharfpunktabstand abgezogen werden! Dies ist insbesondere bei Geräten mit Scharfpunktfokus CF zu berücksichtigen!



SF … Standardfokus, CF … Scharfpunktfokus

* D:S = 160:1 im Scharfpunkt

Tabelle 2: Optische Diagramme für Sensoren mit einer optischen Auflösung von 160:1



SF … Standardfokus, CF … Scharfpunktfokus

* D:S = 300:1 im Scharfpunkt

Tabelle 3: Optische Diagramme für Sensoren mit einer optischen Auflösung von 300:1

3.3 Elektrische Parameter

Spannungsversorgung	24 VDC ± 20%, min. 500 mA
Ausgänge	
Analog	0 - 20 mA, 4 - 20 mA (aktiv) 14 bit Auflösung max. Schleifenwiderstand: 500 Ω
RS485 Schnittstelle	netzwerkfähig bis 32 Sensoren Baudraten: 300, 1200, 2400, 9600, 19200, 38400 (Standard), 57600, 115200 (max. 38400 Baud im 2-Draht-Modus) Datenformat: 8 bit, keine Parität, 1 Stopbit, 4-Draht (vollduplex) oder 2-Draht (halbduplex), einstellbar über Software
Relais	Relaiskontakte max. 48 V, 300 mA, Ansprechzeit < 2 ms, (programmierbar über Software)
Anzeige	5 Digit LCD Display
Externer Eingang	
Spannungsbereich	0 - 5 VDC Funktionen: Trigger, Ein-/ Ausschalten des Lasers, Kompensation der Hintergrundtemperatur oder Emissionsgradeinstellung, siehe Abschnitt 7.4.3 Externer Eingang Seite 41.

3.4 Allgemeine Parameter

Schutzklasse	IP 65 (auch mit Videooption)
EMV	CE konform gemäß IEC 61326
Relative Luftfeuchtigkeit	10% - 95%, nicht kondensierend
Lagertemperatur	-20 - 70°C
Umgebungstemperatur	5 - 65°C ohne Kühlung
mit Video	5 bis 50°C ohne Kühlung
mit Luftkühlung	10 - 120°C
mit Wasserkühlung	10 - 175°C
mit ThermoJacket	10 - 315°C, mit Wasserkühlung
Aufwärmzeit	20 min.
Schwingungsfestigkeit	IEC 68-2-6, 2 G, 10 - 150 Hz, 3 Achsen
Stoßbelastung	IEC 68-2-27, 5 G, 11 ms Dauer, 3 Achsen
Gewicht	0.7 kg

3.5 Abmessungen

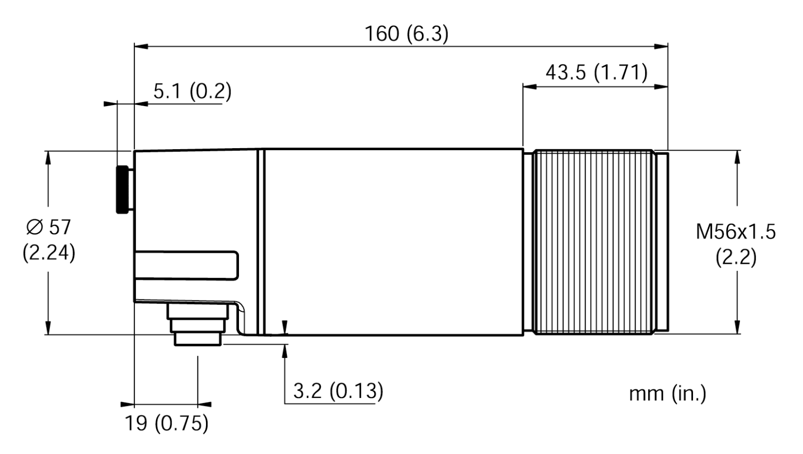


Abbildung 2: Abmessungen des Sensors

Die Abmessungen für den starren Montagewinkel finden sich in Abschnitt 9.2 Starrer Montagewinkel, Seite 54.

3.6 Lieferumfang

Alle Modelle werden ausgeliefert mit:

- Sensor mit Durchsichtvisier
- Betriebsanleitung
- DataTemp Multidrop Software
- Montagemutter in Edelstahl (XXXMMACMN)
- Starrer Montagewinkel in Edelstahl (XXXMMACFB)

4 Grundlagen

4.1 Infrarot-Temperaturmessung

Jeder Körper sendet eine seiner Oberflächentemperatur entsprechende Menge infraroter Strahlung aus. Die Intensität der Infrarotstrahlung ändert sich mit der Temperatur des Objektes. Abhängig vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit liegt die emittierte Strahlung in einem Wellenlängenbereich von ca. 1 ... 20 µm. Die Intensität der Infrarotstrahlung („Wärmestrahlung") ist materialabhängig. Für viele Stoffe ist diese materialabhängige Konstante bekannt. Sie wird als „Emissionsgrad" bezeichnet, siehe Abschnitt 12.2 Typische Emissionsgrade, Seite 81.
Infrarot-Thermometer sind optoelektronische Sensoren. Diese Sensoren sind in der Lage, „Wärmestrahlung" zu empfangen und in ein messbares elektrisches Signal umzuwandeln. Infrarot-Thermometer bestehen aus einer Linse, einem Spektralfilter, einem Sensor und einer elektronischen Signalverarbeitungseinheit.
Das Spektralfilter hat die Aufgabe, den interessierenden Wellenlängenbereich zu selektieren. Der Sensor wandelt die Infrarotstrahlung in elektrische Parameter um. Die nachgeschaltete Elektronik erzeugt auswertbare elektrische Signale. Da die Intensität der ausgestrahlten Infrarotstrahlung materialabhängig ist, kann der typische Emissionsgrad des Materials am Messwertaufnehmer eingestellt werden.
Der größte Vorteil der Infrarot-Thermometer ist die berührungslose Messung. Dadurch ist die Oberflächentemperatur sich bewegender oder schwer erreichbarer Messobjekte problemlos messbar.

4.2 Emissionsgrad des Messobjektes

Bestimmen Sie den Emissionsgrad des Messobjektes wie in Anhang 12.1 Bestimmung des Emissionsgrads auf Seite 81. Bei einem niedrigen Emissionsgrad besteht die Gefahr, dass die Messergebnisse durch eine störende Infrarotstrahlung von Hintergrundobjekten (wie Heizanlagen, Flammen, Schamotte usw. dicht neben oder hinter dem Messobjekt) verfälscht werden. Solch ein Problem kann beim Messen von reflektierenden Oberflächen oder sehr dünnen Materialien, wie Kunststofffolien oder Glas, auftreten.
Diese Messfehler bei Objekten mit niedrigem Emissionsgrad können Sie auf ein Minimum reduzieren, wenn Sie bei der Montage besonders sorgfältig vorgehen und den Messkopf gegen diese reflektierenden Strahlungsquellen abschirmen.

5 Standort des Messkopfes

Der Standort des Messkopfes, die einzustellenden Parameter bzw. die Anzahl der Messköpfe werden durch die Anwendung bestimmt. Bei der Entscheidung über den Standort müssen Sie die Umgebungstemperatur, die atmosphärischen Bedingungen sowie eventuelle elektromagnetische Störfelder am Standort berücksichtigen. Falls der Einsatz eines Luftblasvorsatzes geplant ist, muss natürlich eine entsprechende Luftversorgung gewährleistet sein. Weiterhin sind die Kabelführung und die Schutzrohre, einschließlich der Anschlüsse für den gegebenenfalls verwendeten Computer und Controller, in die Planung mit einzubeziehen. Die folgenden Abschnitte behandeln die vor der Installation des Messkopfes zu berücksichtigenden Fragestellungen.

5.1 Umgebungstemperatur

Der Messkopf ist für Messungen bei Umgebungstemperaturen von 5°C bis 65°C ausgelegt.
Für Umgebungstemperaturen über 65°C ist optional ein wasser- oder luftgekühltes Gehäuse erhältlich, um den Arbeitsbereich bis 120°C bei Luftkühlung bzw. bis 175°C bei Wasserkühlung zu erweitern.
Bei Gehäusekühlung mittels Wasser wird dringend die Benutzung eines Luftblasvorsatzes empfohlen, um Kondensationen auf der Linse zu verhindern. Für höhere Umgebungstemperaturen bis zu 315°C ist die Benutzung des Thermoschutzgehäuses ThermoJacket erforderlich.

5.2 Luftreinheit

Um Fehlmessungen und Beschädigungen der Linse zu vermeiden, sollte diese stets vor Staub, Rauch, Dunst und sonstigen Verunreinigungen geschützt werden. Ein Luftblasvorsatz ist für diesen Zweck erhältlich. Setzen Sie ölfreie, technisch reine Luft ein.

5.3 Elektrische Störungen

Um elektrische bzw. Elektromagnetische Störungen sowie Messwertstreuungen zu mindern, beachten Sie bitte folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- Montieren Sie den Messkopf so weit wie möglich entfernt von Störquellen wie z.B. motorgetriebenen Baugruppen, die große Störspitzen produzieren.
- Verwenden Sie für alle Eingänge und Ausgänge ausschließlich geschirmte Kabel.
- Stellen Sie sicher, dass der Schirm des Kabels vom Messkopf zum Anschlussklemmenblock geerdet ist.
- Als zusätzlichen Schutz sollten Sie alle externen Leitungen in Schutzrohre verlegen. In stark rauschbelasteten Umgebungen ist ein starres Schutzrohr einem flexiblen Rohr vorzuziehen.
- Verlegen Sie in diesen Schutzrohren keine AC-Netzleitungen zur Versorgung anderer Geräte.



Überprüfen Sie bei der Installation des Messkopfes, ob sich leistungsstarke Entladungslampen oder Heizer im Messfeld befinden, die direkt oder reflektierend auf das Messobjekt abstrahlen und so zur Ausgabe von falschen Messwerten führen können.

6 Installation

6.1 Mechanische Installation

Nach Abschluss der Vorüberlegungen kann mit der Installation des Sensors begonnen werden.
Wie und wo der Sensor befestigt wird, hängt jedoch von den speziellen Messbedingungen ab.

6.1.1 Entfernung und Messfleckgröße

Die gewünschte Messfleckgröße auf dem Messobjekt bestimmt den maximalen Messabstand und die notwendige Brennweite der Optik. Um fehlerhafte Messungen zu vermeiden, muss das Messobjekt das gesamte Messfeld der Sensoroptik ausfüllen. Daraus ergibt sich, dass das Messfeld genauso groß oder kleiner als das Messobjekt ist. Eine Übersicht der verfügbaren Objektive und ihrer Parameter gibt Abschnitt 3.2 Optische Parameter, Seite 15.

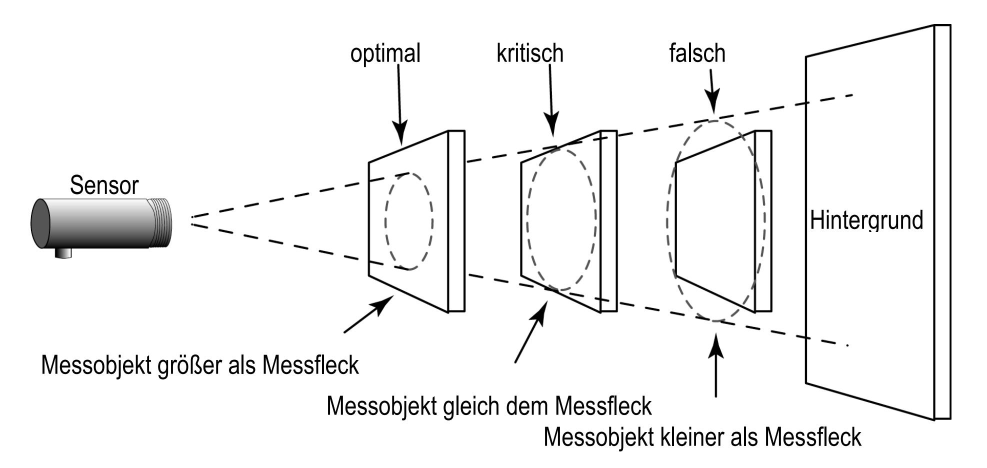


Abbildung 3: Positionierung des Sensors

6.1.2 Variabler Fokus

Der variable Fokus erlaubt die Einstellung des Scharfpunktes der Sensoroptik. Für minimale Messfleckgrößen sollte der Scharfpunkt stets dem Abstand vom Sensor zum Messobjekt entsprechen. Die Einstellung des Scharfpunktes kann entweder am Bedienfeld des Sensors oder über die DataTemp Multidrop Software erfolgen.
Die Werksvoreinstellung für den Scharfpunktabstand liegt bei 600 mm.

6.1.3 Zulässige Montagewinkel

Der Messkopf muss in einem Montagewinkel größer 30° montiert werden.

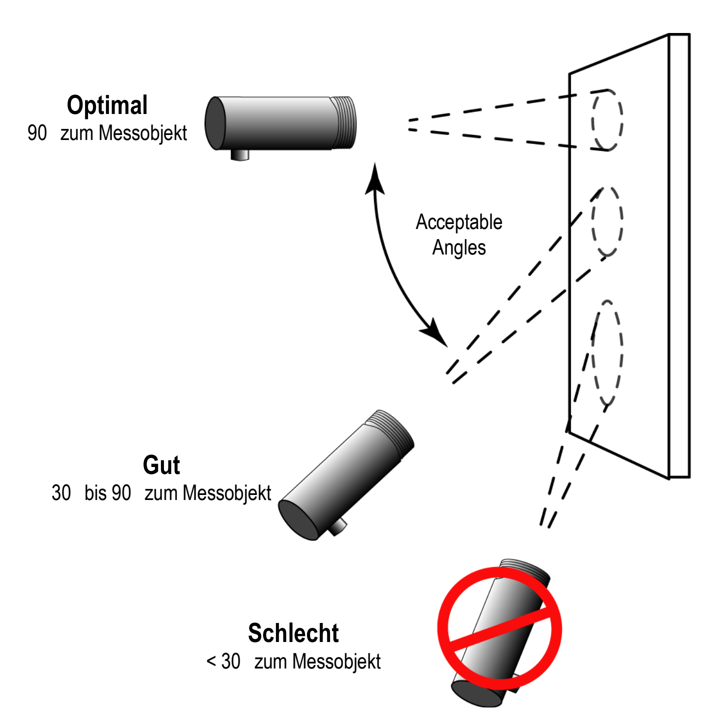


Abbildung 4: Zulässige Montagewinkel

6.2 Elektrische Installation

Das 12-adrige Anschlusskabel erlaubt die Verschaltung aller Ein-/Ausgänge des Sensors und ist in zwei Temperaturversionen erhältlich. Für weitere Informationen siehe Abschnitt 9.10 Niedertemperatur-Anschlusskabel, Seite 60 und Abschnitt 9.11 Hochtemperatur-Anschlusskabel, Seite 61.
Die nachfolgende Abbildung zeigt den Anschluss des Kabels an den Anschlussklemmenblock. Der mit einem durchsichtigen Schrumpfschlauch versehene Draht (Kabelschirmung) muss an die mit CLEAR bezeichnete Klemme angeschlossen werden.

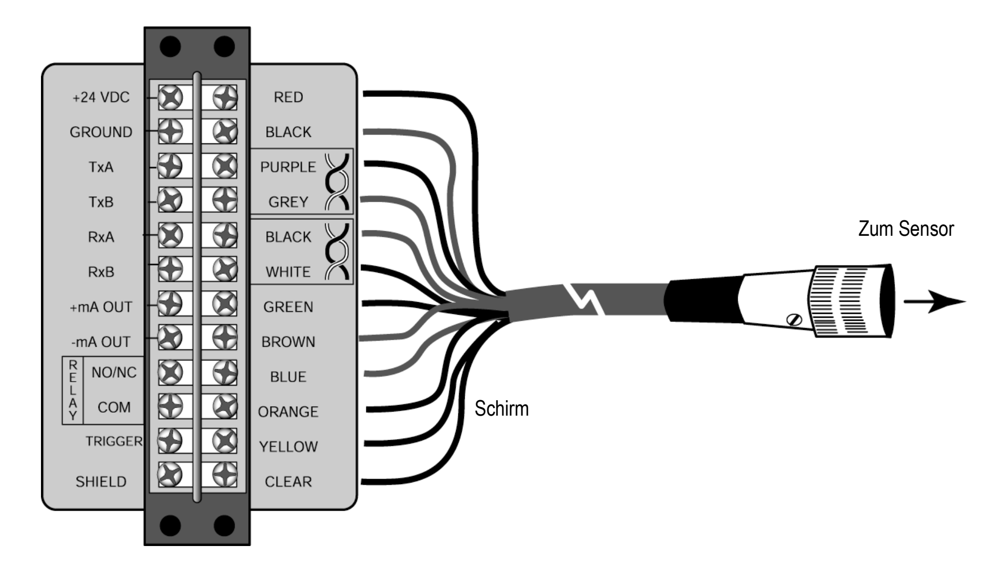


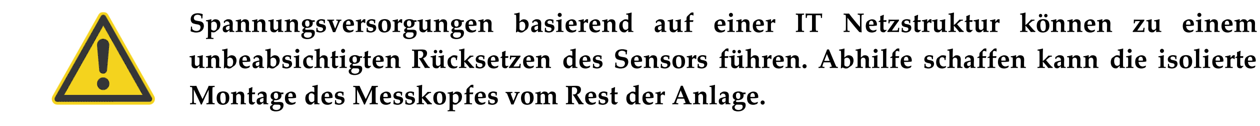
Abbildung 5: Anschlusskabel mit Anschlussklemmenblock



Die Werksvoreinstellung für Marathon MM Sensoren ist die 4-Draht Kommunikation!



Achten Sie darauf, dass die gesamte Verdrahtung nur einen Massepunkt (Erde) aufweist!



Spannungsversorgungen basierend auf einer IT Netzstruktur können zu einem unbeabsichtigten Rücksetzen des Sensors führen. Abhilfe schaffen kann die isolierte Montage des Messkopfes vom Rest der Anlage.

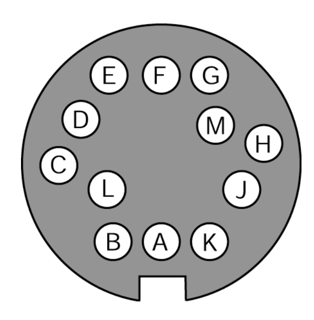


Abbildung 6: Belegung des DIN Steckers (Pinseite)

Pin	Kabelfarbe	Beschreibung
A	schwarz	RxA*
B	weiß	RxB*
C	grau	TxB**
D	lila	TxA**
E	weiß	Schirm
F	gelb	Trigger / Externer Eingang
G	orange	Relais COM
H	blau	Relais NO/NC
J	grün	+ mA Ausgang
K	braun	- mA Ausgang (Analogmasse)
L	schwarz	Digitale Masse
M	rot	+24 VDC

* RxA und RxB paarweise verdrillt
** TxA and TxB paarweise verdrillt

Tabelle 4: Verdrahtung des DIN Steckers



Eine fehlerhafte Verdrahtung kann den Messkopf beschädigen und führt zum Verlust der Garantieansprüche. Überprüfen Sie daher vor dem Einschalten der Spannungsversorgung alle Anschlüsse auf richtige Belegung und festen Sitz!



Zur Vermeidung von elektrischen Unfällen, Feuer oder Personenschäden ist der Sensor vor Benutzung zu erden!

6.3 Anschluss an den Computer

Die Entfernung zwischen Sensor und PC kann für die RS485 Schnittstelle bis zu 1200 m betragen. Damit kann der PC unabhängig vom Montageort des Sensors außerhalb harter Umgebungsbedingungen im Kontrollraum aufgestellt werden. Der USB/RS485 Schnittstellenwandler erlaubt den Anschluss des seriellen Sensors an den PC über die USB Schnittstelle.
Der USB/RS485 Schnittstellenwandler konfiguriert sich entsprechend der RS485 Signal automatisch selbst, externe Schalter sind nicht erforderlich. Der Schnittstellenwandler verfügt über eine 3000 VDC Isolierung und einen Schutz gegen Überspannung um so den Wandler selbst und den angeschlossenen PC gegen Spannungsspitzen und Potentialdifferenzen zu schützen. Der Wandler kann über Hutschiene oder Wandmontage befestigt werden. Wird der Schnittstellenwandler an den PC angeschlossen, so generiert dieser einen virtuellen COM Port.

Technische Daten

Spannungsversorgung	5 VDC direkt über den USB Anschluss
Geschwindigkeit	max. 256 kBit/s
RS485	4-Draht (voll duplex) und 2-Draht (halb duplex)
Schraubklemme	für 0.05 bis 3 mm²
USB Steckverbinder	Typ B (Typ A zu Typ B Kabel im Lieferumfang)
Umgebungstemperatur	0 bis 60°C, 10-90% relative Feuchte, nicht kondensierend
Lagertemperatur	-20 bis 70°C, 10-90% relative Feuchte, nicht kondensierend
Abmessungen (L x B x H)	151 x 75 x 26 mm



Abbildung 1: USB/RS485 Wandler (XXXUSB485)

Im Vergleich zur 4-Draht-Kommunikation können mit der 2-Draht-Kommunikation 2 Adern eingespart werden. Der Nachteil besteht darin, dass in der 2-Draht-Kommunikation der Austausch von Daten zwischen Messkopf und PC immer nur in eine Richtung erfolgen kann. Die maximale Baudrate beträgt 38,4 kBaud. Die 2-Draht-Kommunikation wird immer dann angewendet, wenn der Sensor sich im Netzwerk mit anderen Sensoren befindet, die ausschließlich über 2 Drähte kommunizieren können (z.B. MI3 Sensor).



Die Werksvoreinstellung für Marathon MM Sensoren ist die 4-Draht Kommunikation!

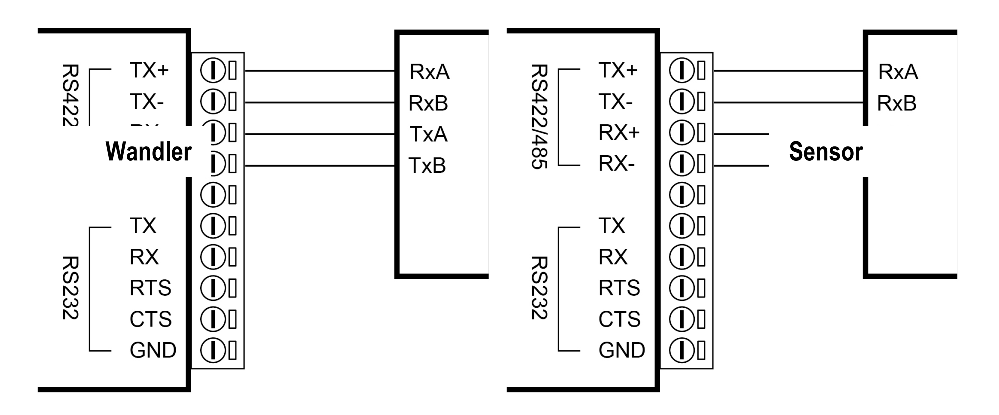


Abbildung 2: Verdrahtung der RS485 Schnittstelle des Sensors mit dem USB/RS485 Wandler in 4-Draht Kommunikation (Werksvoreinstellung)

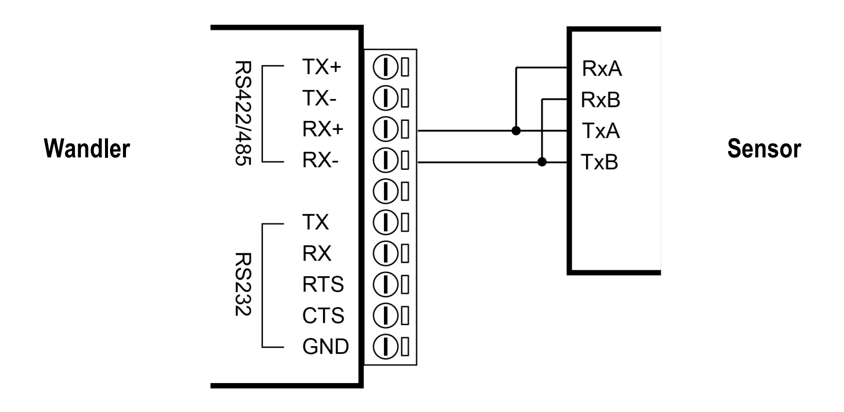


Abbildung 3: Verdrahtung der RS485 Schnittstelle des Sensors mit dem USB/RS485 Wandler in 2-Draht Kommunikation

6.4 Installation mehrerer Messköpfe in einem Netzwerk

6.4.1 Verdrahtung

Bei der Verdrahtung von zwei oder mehreren Messköpfen in einem Netzwerk ist jeder Messkopf am Anschlussklemmenblock anzuschließen. Die Leitungen für die RS485 Schnittstelle werden parallel am Anschlussklemmenblock angeschlossen.
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen beispielhaft die Verdrahtung eines Netzwerks von Messköpfen für 4-Draht und 2-Draht Kommunikation.

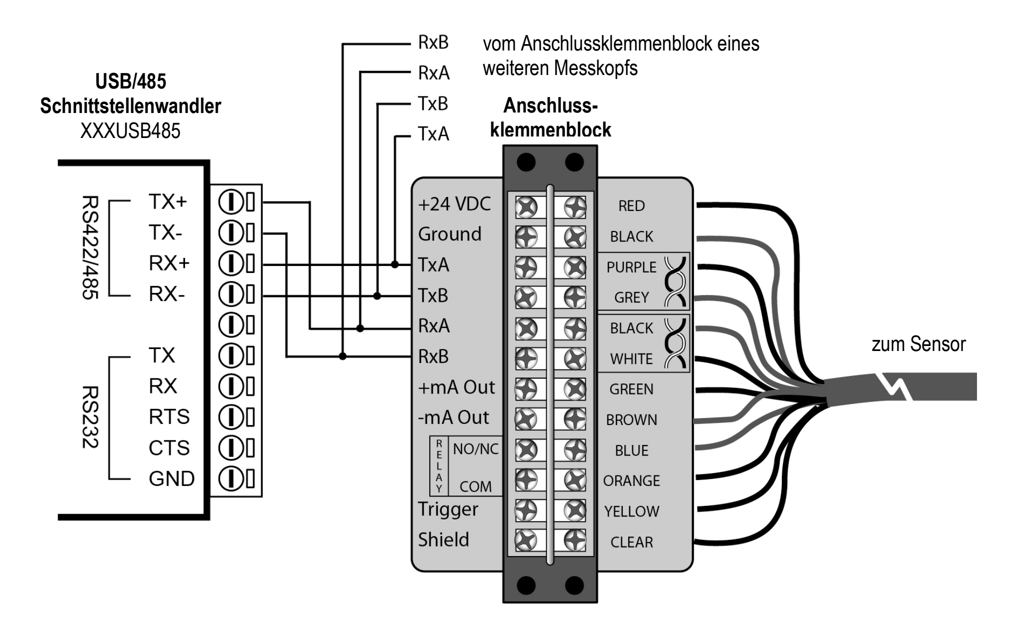


Abbildung 7: Verdrahtung eines Netzwerks in 4-Draht-Kommunikation

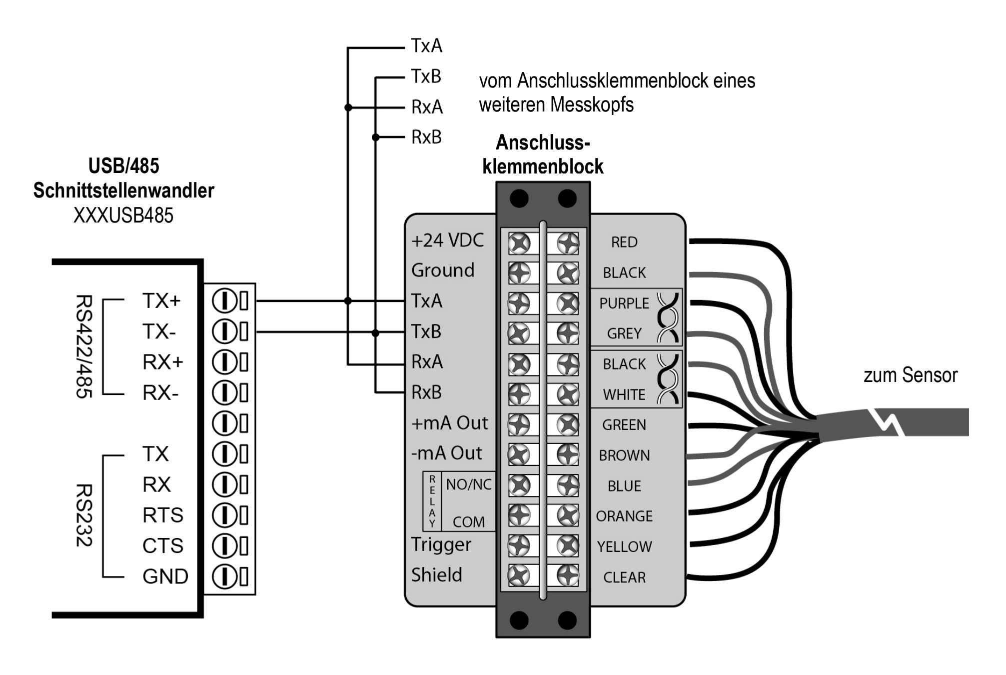


Abbildung 8: Verdrahtung eines Netzwerks in 2-Draht-Kommunikation

6.4.2 Adressierung

Die Adressierung des Messkopfes kann über das Bedienfeld des Sensors oder über die DataTemp Multidrop Software (Menü <Sensor Setup>) vorgenommen werden. Alternativ ist auch die Nutzung der entsprechenden Schnittstellenbefehle, siehe Abschnitt 10.12 Befehlssatz auf Seite 75, in Verbindung mit einem Terminal Programm (z.B. Windows HyperTerminal) möglich.
Zur Adressierung von Sensoren in einem Netzwerk sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Jeder Sensor muss eine eindeutige Adresse ungleich Null erhalten.
- Bei jedem Messkopf ist die gleiche Baudrate einzustellen.

6.4.3 Vorgehensweise zur Adressierung

1. Verbinden Sie nacheinander jeden Sensor einzeln mit dem Computer.
2. Starten Sie die DataTemp Multidrop Software.
3. Im Startbildschirm der DataTemp Multidrop Software setzen Sie den korrekten COM Port und wählen: <ASCII Protokoll>, <Abfrage aller Baudraten>, <ein Sensor>. Die DataTemp Multidrop Software sollte nun den einzelnen Sensor am seriellen Port des Computers finden.
4. In der DataTemp Multidrop Software wählen Sie das Menü <Einstellungen> <Sensoreinstellungen>.
5. Im Menü <Sensoreinstellungen> wählen Sie das Register <erweiterte Einstellungen>, welches Einstellungen zur Kommunikation erlaubt, u.a. <Abfrageadresse>, <Baud Rate> und <RS485 Mode>. Im Ergebnis müssen alle Sensoren auf unterschiedliche Adressen gesetzt sein, die Einstellungen für <Baud Rate> und <RS485 Mode> müssen jedoch für alle Sensoren gleich sein.
6. Nach Abschluss der Konfiguration jedes einzelnen Sensors kann nun das gesamte Netzwerk bestehend aus allen Sensoren im 2-Draht oder 4-Draht Betrieb verdrahtet werden.
7. Nach erneutem Starten der DataTemp Multidrop Software und Auswahl der korrekten Baudrate werden automatisch alle Sensoren im Netzwerk erkannt und in der Software angezeigt.

Die Adressierung der Sensoren ist auch ohne die DataTemp Multidrop Software direkt am Bedienfeld des Sensors möglich. Nach Anlegen der Betriebsspannung nutzen Sie hierzu die Eingabe- und Betriebsarttasten am Bedienfeld und navigieren zum Multidrop Adress Menü, siehe Abschnitt 7.2 Betriebsarten, Seite 31. Nutzen Sie die Auf- und Abtasten zum Einstellen einer eindeutigen Adresse. Anschließend kann der Sensor im Netzwerk installiert werden.

7 Bedienung

Nach Montage und Ausrichtung des Messkopfes ist das System zum Dauerbetrieb bereit. Die Bedienung erfolgt entweder über das Bedienfeld des Sensors oder über die Software.

7.1 Bedienfeld

Der Sensor ist auf der Rückseite mit einem Bedienfeld ausgestattet, welches über eine LCD Anzeige und Einstelltasten verfügt. Das Bedienfeld ist staub- und spritzwassergeschützt. Über die Einstelltasten wird der Sensor konfiguriert, wobei die einzelnen Funktionen in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben werden.

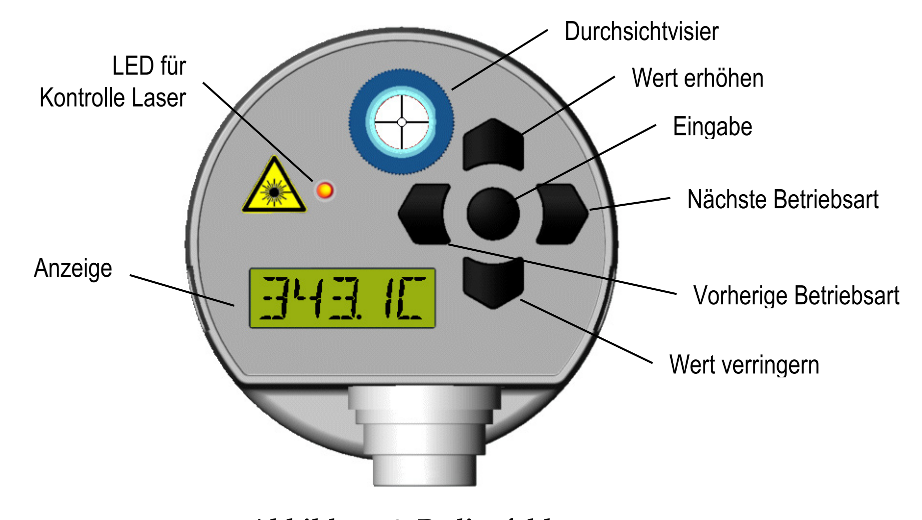
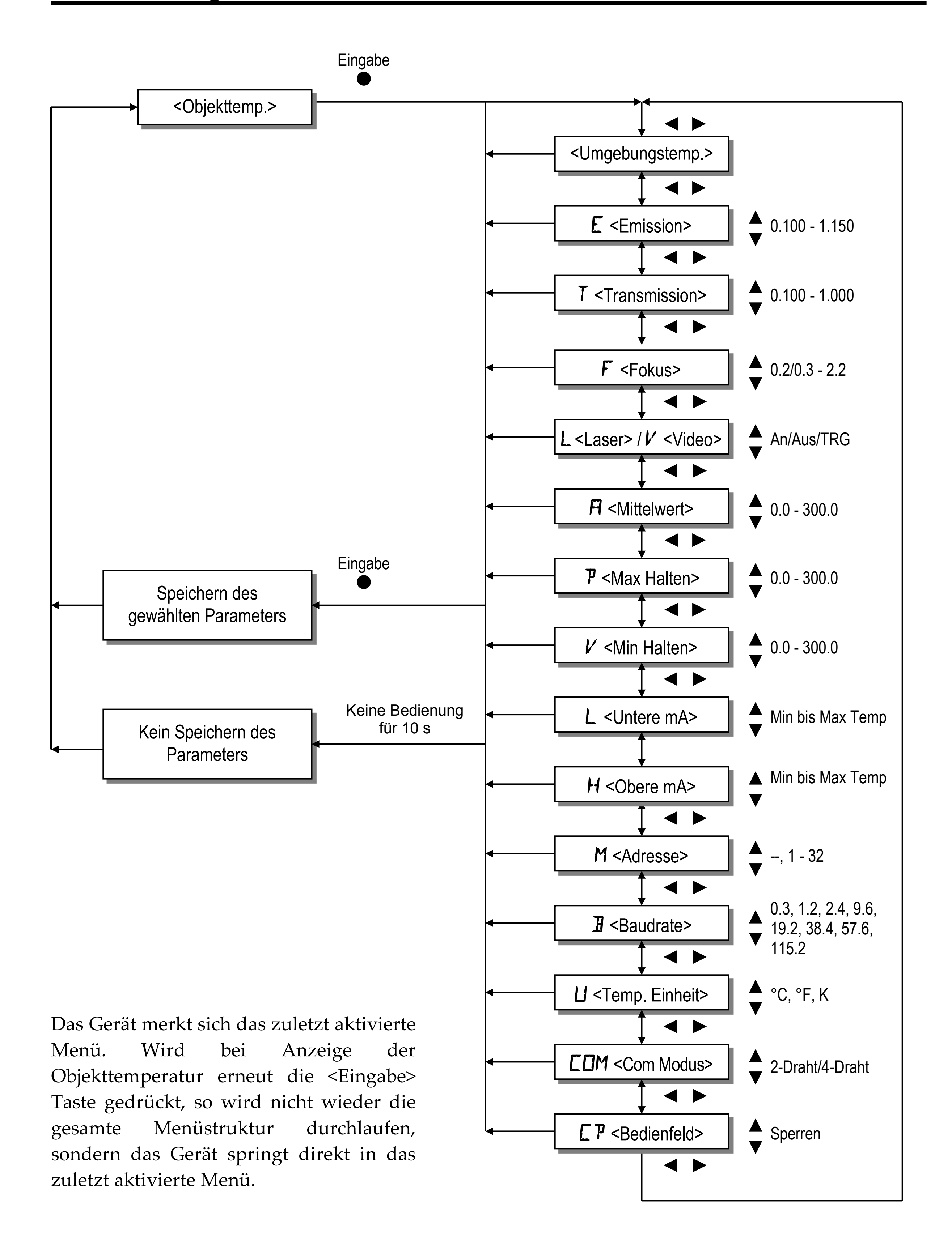


Abbildung 9: Bedienfeld

Um nicht beabsichtigte Einstellungsänderungen zu verhindern, kann das Bedienfeld gesperrt werden (Voreinstellung im Netzwerkbetrieb). In diesem Modus werden alle Eingaben ignoriert, die eine Parameteränderung bewirken würden. Weiterhin möglich sind jedoch Änderungen, die sich ausschließlich auf die Temperaturanzeige beziehen.

7.2 Betriebsarten

Beim erstmaligen Einschalten wird auf dem Display die aktuelle Temperatur angezeigt. Durch Drücken wie nachfolgend gezeigt, wechselt die Anzeige zu den aktuellen Einstellungen der jeweiligen Betriebsart. Die Abbildung gibt einen Überblick zu den verfügbaren Betriebsarten und den entsprechenden Einstellmöglichkeiten.



Das Gerät merkt sich das zuletzt aktivierte Menü. Wird bei Anzeige der Objekttemperatur erneut die <Eingabe> Taste gedrückt, so wird nicht wieder die gesamte Menüstruktur durchlaufen, sondern das Gerät springt direkt in das zuletzt aktivierte Menü.

Abbildung 10: Betriebsarten

Objekttemp.: Die Anzeige zeigt die aktuelle Temperatur des gemessenen Objekts.

Umgebungstemp.: Die Anzeige zeigt die aktuelle Innentemperatur des Sensors.

Emission: Einstellen des Emissionsgrads. Der Emissionsgrad gibt das rechnerische Verhältnis zwischen der von einem Objekt und einem schwarzen Strahler bei gleicher Temperatur abgestrahlten Infrarottemperatur wieder (ein idealer Strahler besitzt den Emissionsgrad 1,0). Hinweise zur Ermittlung eines unbekannten Emissionsgrades sowie typische Beispielwerte finden Sie im Abschnitt 12.2 Typische Emissionsgrade, Seite 81.

Transmission: Einstellen des Transmissionsgrads. Wird z.B. ein Schutzfenster verwendet, so ist der entsprechende Transmissionsgrad hier einzustellen.

Fokus: Ändert den Scharfpunktabstand der Sensoroptik.

Laser/Video: Schaltet den Laser oder die Videokamera (sofern vorhanden) an oder aus. Über die Einstellung <TRG> kann der Laser auch über den externen Eingang an- oder ausgeschaltet werden.

Mittelwert: Parameter definiert in Sekunden (Voreinstellung 0.0). Die Haltefunktion <Mittelwert> wird automatisch aktiviert, sobald der Parameter größer als 0.0 gesetzt wird. Andere Haltefunktion wie <Max Halten> oder <Min Halten> können nicht zeitgleich verwendet werden.
Für weitere Informationen siehe Abschnitt 7.3.1 Mittelwert, Seite 34.

Max Halten: Parameter definiert in Sekunden (Voreinstellung 0.0). Die Haltefunktion <Max Halten> wird automatisch aktiviert, sobald der Parameter größer als 0.0 gesetzt wird. Andere Haltefunktion wie <Mittelwert> oder <Min Halten> können nicht zeitgleich verwendet werden.
Für weitere Informationen siehe Abschnitt 7.3.2 Maximum Halten, Seite 35.

Min Halten: Parameter definiert in Sekunden (Voreinstellung 0.0). Die Haltefunktion <Min Halten> wird automatisch aktiviert, sobald der Parameter größer als 0.0 gesetzt wird. Andere Haltefunktion wie <Max Halten> oder <Mittelwert> können nicht zeitgleich verwendet werden.
Für weitere Informationen siehe Abschnitt 7.3.4 Minimum Halten, Seite 38.

Untere mA: Definiert die Temperatur, welche dem unteren Wert für die Stromausgabe entspricht (0 oder 4 mA).

Obere mA: Definiert die Temperatur, welche dem oberen Wert für die Stromausgabe entspricht (20 mA).

Adresse: Definiert die Adresse für einen Sensor im Netzwerk (Multidrop). Jedem Sensor im Netzwerk muss eine eindeutige Adresse zugeordnet werden. “-- --“ steht für Adresse 0 (Eingerätebetrieb).

Baudrate: Definiert die Baudrate für den Sensor. In einem Netzwerk muss für jeden Sensor die gleiche Baudrate gewählt werden.

Temp. Einheit: Für die Temperatur können die Einheiten °C , °K oder °F gewählt werden. Beachten Sie, dass Einstellungen zur Temperatureinheit auch die Ausgabe über die RS485 Schnittstelle beeinflusst. Die Voreinstellung ist °C.

Com Modus: Stellt den gewünschten Kommunikationsmodus ein, wählbar ist Kommunikation im 2-Draht oder 4-Draht Modus.

Bedienfeld: Das Bedienfeld kann gesperrt werden gegen unbeabsichtigte Veränderungen der Sensorparameter. Die Sperrung kann über die Tasten wie folgt aufgehoben werden:

1. Das Bedienfeld ist gesperrt.
2. Drücken Sie die **<●>** Taste, um ins Bedienfeldmenü zu gelangen.
3. Drücken Sie nacheinander die folgenden Tasten: <▲> <▼>
4. Das Bedienfeld ist entsperrt.

Beachten Sie, dass das Bedienfeld per Voreinstellung gesperrt wird, wenn sich der Sensor im Netzwerk befindet. Die Sperrung kann alternativ auch über die DataTemp Multidrop Software oder über den entsprechenden Programmierbefehl aufgehoben werden.

7.3 Signalverarbeitung

Das Aktivieren und Einstellen der Parameter für die Signalverarbeitung kann entweder über die DataTemp Multidrop Software, die Programmierbefehle oder eingeschränkt über das Bedienfeld vorgenommen werden.

7.3.1 Mittelwert

Die Ausgabetemperatur wird in Abhängigkeit von der eingestellten Mittelwertzeit geglättet, kurze Störungen und Rauschen werden unterdrückt. Je größer die eingestellte Mittelwertzeit ist, desto größer ist die Störunterdrückung.
Achtung: Der Nachteil bei Mittelung der Ausgabetemperatur besteht darin, dass die Ausgabetemperatur der Objekttemperatur nur verlangsamt folgt. Bei einem Temperatursprung am Eingang (plötzliches heißes Objekt) erreicht die Ausgabetemperatur nach Ablauf der Mittelwertzeit erst 90% der eigentlichen Objekttemperatur.
Diese Funktion kann über das Bedienfeld, die Software oder den Programmierbefehl G gesetzt werden.

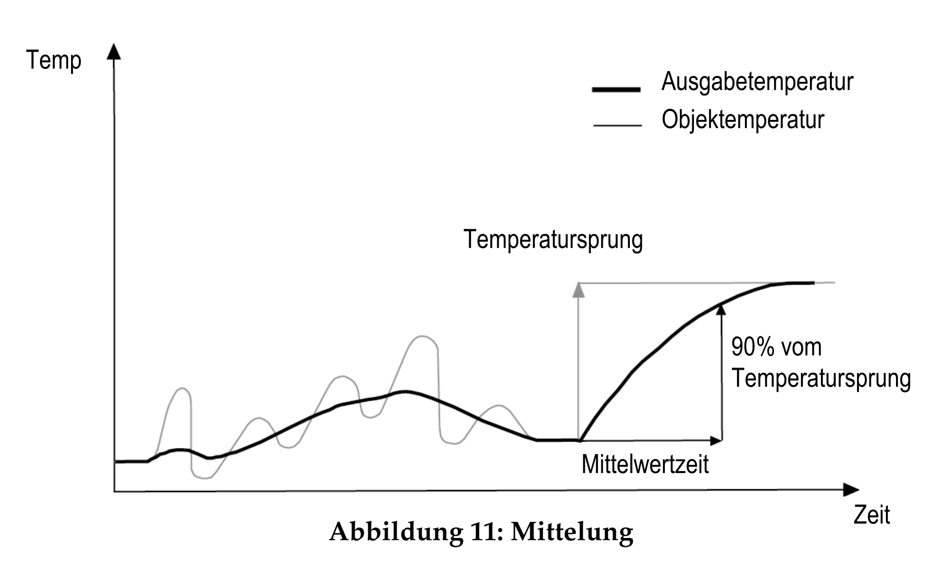


Abbildung 11: Mittelung

7.3.2 Maximum Halten

Mit der Funktion <Maximum Halten> wird der Maximalwert am Ausgang solange gehalten, bis ein Zurücksetzen (Reset) erfolgt. Für einen Reset stehen die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung.

7.3.2.1 Reset

- **Reset über Zeit**: Das Maximum wird für eine einstellbare Haltezeit gehalten. Bei Überschreiten der Haltezeit, wird der Ausgang auf die aktuelle Messobjekttemperatur zurückgesetzt und die Suche nach dem nächsten Maximum startet erneut. Diese Funktion kann über das Bedienfeld, die Software oder den Programmierbefehl P gesetzt werden.

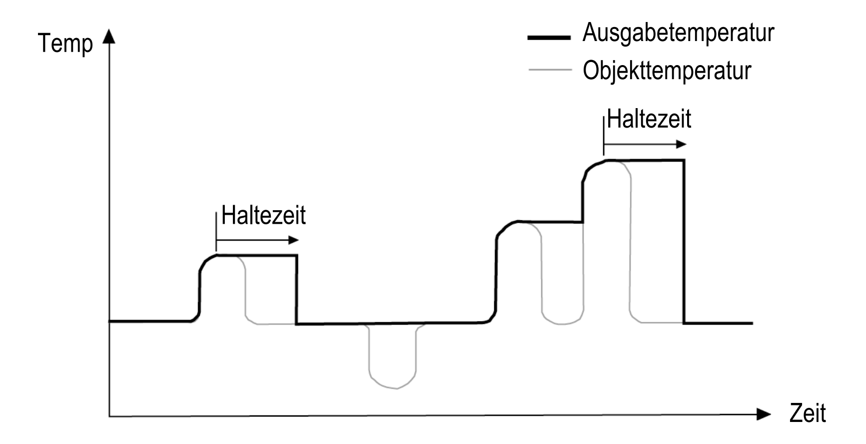


Abbildung 12: <Maximum Halten> zurückgesetzt über die Haltezeit

- **Reset über Trigger**: Das Maximum wird zurückgesetzt über ein logisches 0-Signal am Triggereingang. Solange am Trigger ein logisches 0-Signal anliegt, wird die aktuelle Messobjekttempertaur ausgegeben. Mit dem nächsten logischen 1-Signal wird die Haltefunktion erneut gestartet.
  Diese Triggerfunktion wird durch das Setzen der Haltezeit auf 300.0 s über das Bedienfeld, die Software oder den Programmierbefehl P aktiviert. Zur Verdrahtung des externen Triggers, siehe Abschnitt 7.4.3.1 Trigger, Seite 41.

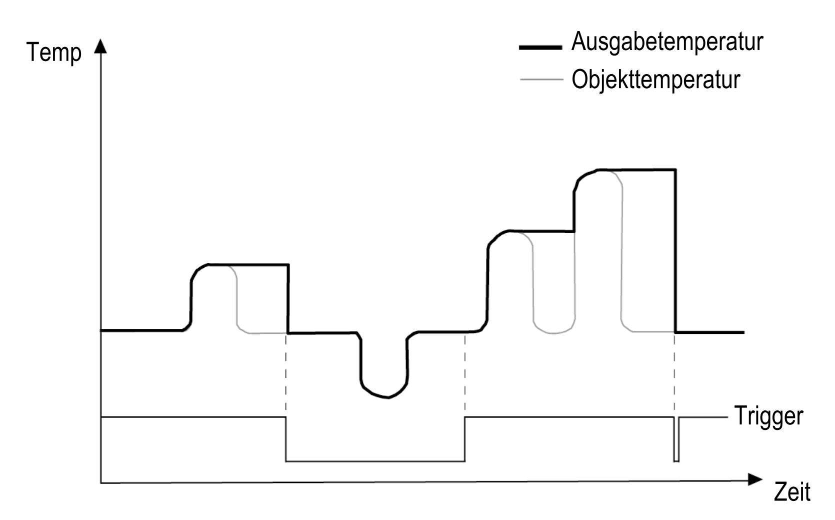


Abbildung 13: <Maximum Halten> zurückgesetzt über einen Trigger

- **Reset über Burststring (Burst Peak Hold)**: Das Maximum wird solange gehalten bis der nächste Burststring über die digitale Schnittstelle gesendet wird. Die resultierende Haltezeit ergibt sich damit aus der zeitlichen Differenz zwischen zwei gesendeten Burststrings. Im Pollmodus ist eine explizite Haltezeit definiert, welche sich ergibt aus <BS> + 10 ms wobei <BS> der Parameter für die Burstgeschwindigkeit ist.
  Die Funktion wird aktiviert über das Kommando <BP=1> womit gleichzeitig die Kommandos <F>, <G> und <P> zurückgesetzt werden.

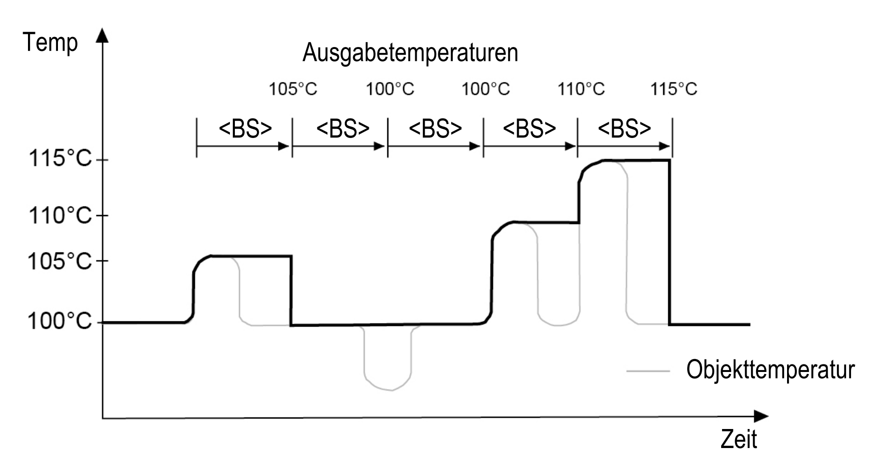


Abbildung 4: <Maximum Halten> zurückgesetzt über gesendeten Burststring Haltezeit entspricht der Burstgeschwindigkeit <BS>

7.3.2.2 Signalabfall

Nachfolgend finden sich die Optionen für den zeitlichen Verlauf des Signalabfalls nach einem Reset.

- Signalabfall mit **senkrechtem Verlauf** (Voreinstellung)

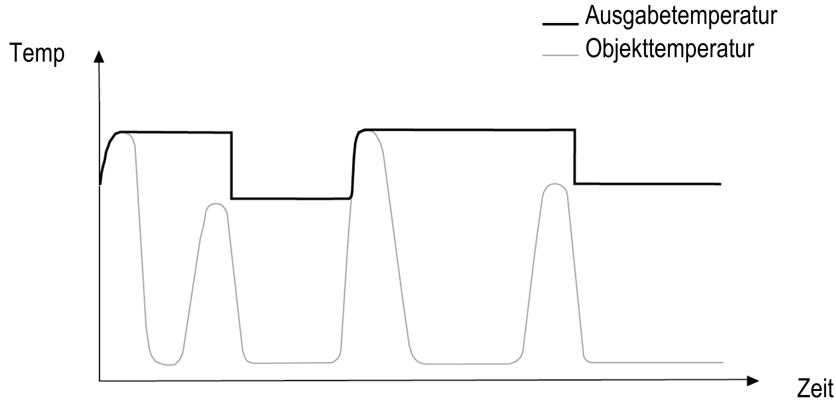


Abbildung 14: Signalabfall mit senkrechtem Verlauf

- Signalabfall mit **linearem Verlauf**: der lineare Abfall wird definiert in Kelvin/Sekunde. Dieser Parameter wird über das Programmierkommando XE gesetzt.

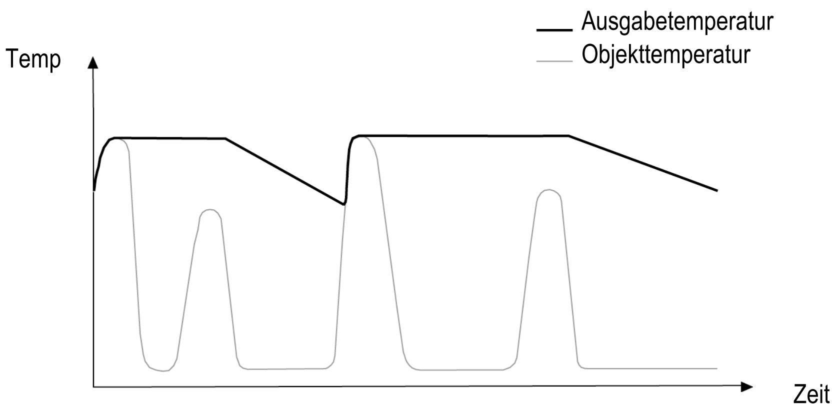


Abbildung 15: Signalabfall mit linearem Verlauf

- Signalabfall über eine **Mittelwertzeit**. Bei einem Temperaturabfall am Eingang (plötzliches kaltes Objekt) erreicht die Ausgabetemperatur nach der Mittelwertzeit erst 90% der Objekttemperatur. Dieser Parameter wird über das Programmierkommando AA gesetzt.

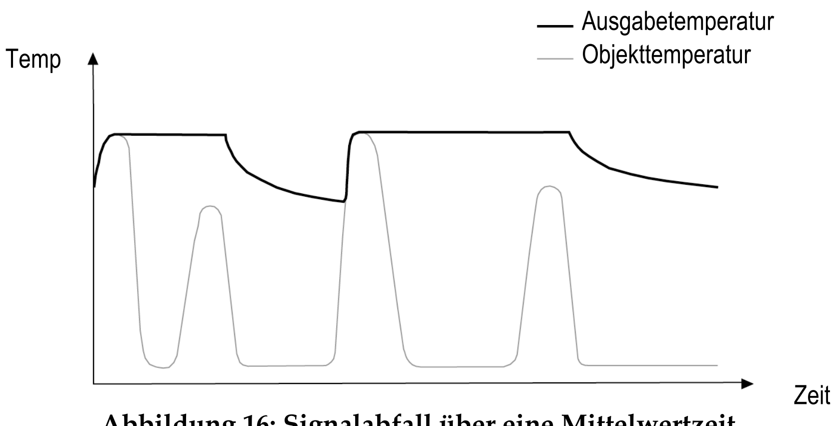


Abbildung 16: Signalabfall über eine Mittelwertzeit

7.3.3 Erweitertes Maximum Halten

Die Funktion sucht nach dem lokalen Maxima und gibt dieses solange aus, bis ein neues lokales Maxima gefunden wurde. Vor der Suche nach einem neuen lokalen Maxima muss die Objekttemperatur die eingestellte Temperaturschwelle unterschritten haben. Wenn dann die Objekttemperatur die Ausgabetemperatur überschreitet, folgt die Ausgabetemperatur der Objekttemperatur. Wird nach Unterschreitung der Schwelle ein kleineres Maximum als die aktuelle Ausgabetemperatur gefunden, springt die Ausgabetemperatur auf den Maximalwert dieses lokalen Maximums. Wenn die aktuelle Temperatur ein Maximum um einen bestimmten Betrag unterschritten hat, dann gilt das lokale Maximum als gefunden. Dieser Betrag wird Hysterese genannt.
Die Schwelle kann gesetzt werden über den Programmierbefehl C, für die Hysterese ist das Kommando XY zu nutzen.

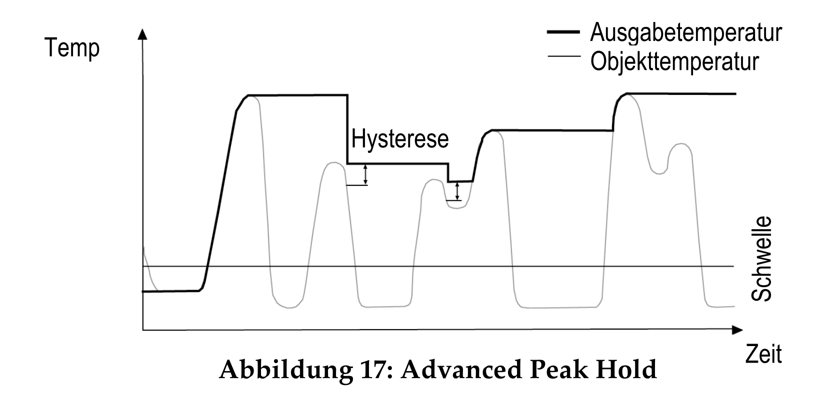


Abbildung 17: Advanced Peak Hold

Für die Funktion <Erweitertes Maximum Halten> sind die gleichen Möglichkeiten gegeben wie in den Abschnitten 7.3.2.1 Reset, Seite 35 und 7.3.2.2 Signalabfall, Seite 37 beschrieben.

7.3.4 Minimum Halten

Diese Funktion arbeitet ähnlich der Funktion <Maximum Halten> mit dem Unterschied das nach dem Minimum gesucht wird.

7.3.5 Erweitertes Minimum Halten

Diese Funktion arbeitet ähnlich der Funktion <Erweitertes Maximum Halten> mit dem Unterschied das nach dem lokalen Minimum gesucht wird.

7.4 Ein- und Ausgänge

7.4.1 Stromausgang

Beim mA-Ausgang handelt es sich um einen Analogausgang, der direkt mit einem Aufzeichnungsgerät (z. B. Messwertschreiber) verbunden werden kann. Der mA-Ausgang kann per Software auf einen definierten Wert gesetzt werden, siehe Abschnitt 10.9.1 Stromausgang, Seite 72. Diese Funktion erleichtert die Überprüfung bzw. Kalibrierung des angeschlossenen Geräts.

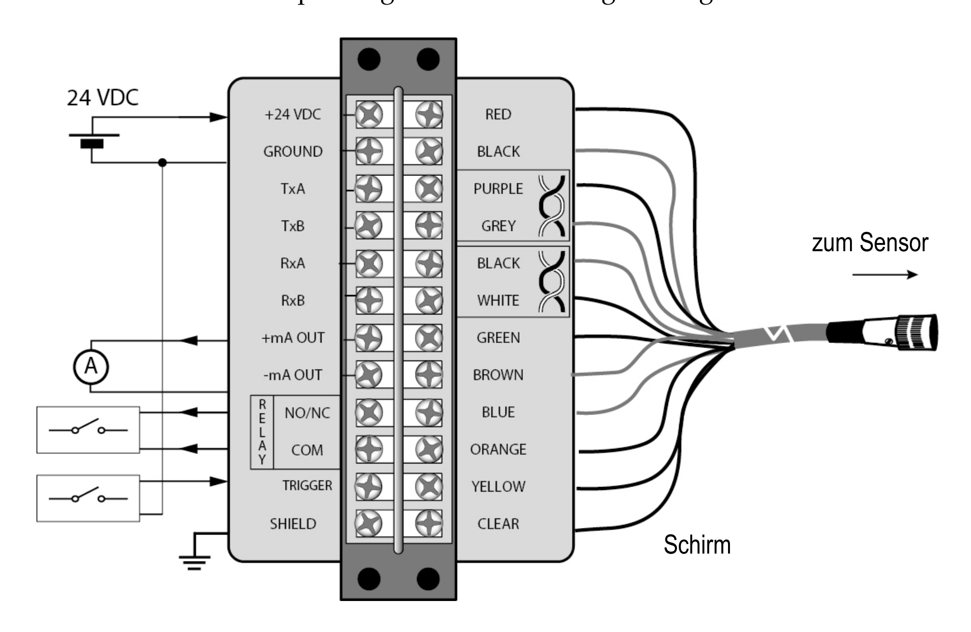


Abbildung 5: Verdrahtung des mA-Ausgangs

7.4.2 Relaisausgang

Der Relaisausgang dient zur Alarmausgabe bei Fehlerzuständen, siehe Abschnitt 11.2 Fehlermeldungen, Seite 79. Per Software kann das Relais auch als Schwellwertgeber konfiguriert werden. Als Basis dient die aktuelle auf dem Display angezeigte Temperatur. In Abhängigkeit von den Anforderungen der jeweiligen Anwendung kann das Relais auf NO (Schließer) oder NC (Öffner) gesetzt werden. Zum Testen angeschlossener Geräte kann das Relais per Software auch zwangsweise auf <An> bzw. <Aus> gesetzt werden, siehe Abschnitt 10.9.2 Relaisausgang Seite 72.

7.4.2.1 Schwellwerte

Für den Relaisausgang stehen zwei frei definierbare Schwellwerte zur Verfügung. Standardmäßig sind beide Schwellwerte auf den unteren Temperaturbereich voreingestellt. Die Aktivierung und Einstellung der Schwellwerte erfolgt über die Software. Bei aktiviertem Schwellwert schaltet das Relais, wenn die aktuelle Temperatur den eingestellten Schwellwert überschreitet.

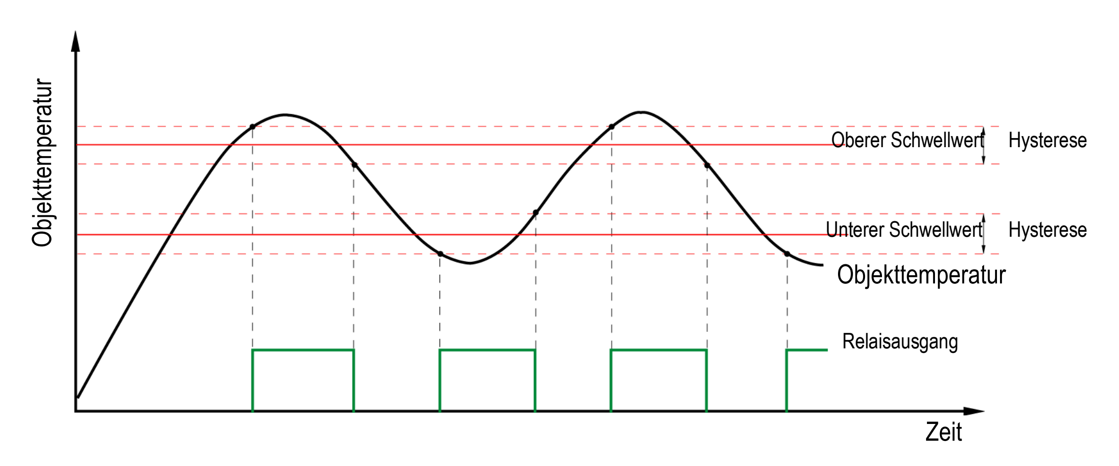


Abbildung 18: Beispiel für den Verlauf des Relaisausgangs

7.4.2.2 Hysterese

Bei der Hysterese handelt es sich um eine um den Schwellwert herum eingerichtete Zone. Das heißt, der Alarm wird erst ausgelöst, wenn die Temperatur den Schwellwert um die als Hysterese eingestellten Grad überschreitet. Der Alarm wird erst dann wieder deaktiviert, wenn die Temperatur den Schwellwert und die als Hysterese eingestellten Grad unterschreitet. Werkseitig wird eine Hysterese von ±2 K voreingestellt. Weitere Informationen zur Programmierung finden sich in Abschnitt 10 Programmierübersicht Seite 64.

7.4.3 Externer Eingang

Mit dem externen Eingang können die folgenden Funktionen verbunden werden:

- Digitaler Eingang zum Triggern
- Digitaler Eingang zum Ein-/ Ausschalten des Lasers
- Analoger Eingang zur Kompensation der Hintergrundtemperatur
- Analoger Eingang zum Setzen des Emissionsgrads



Bitte beachten Sie, dass jeweils nur eine Funktion aktiviert sein kann. Bevor zu einer neuen Funktion (z.B. Setzen des Emissionsgrads) gewechselt werden kann, muss die aktuell gesetzte Funktion (z.B. Kompensation der Hintergrundtemperatur) explizit ausgeschaltet werden!

Für weitere Informationen siehe Hilfe der DataTemp Multidrop Software oder Abschnitt 10.9.3 Externer Eingang, Seite 73.

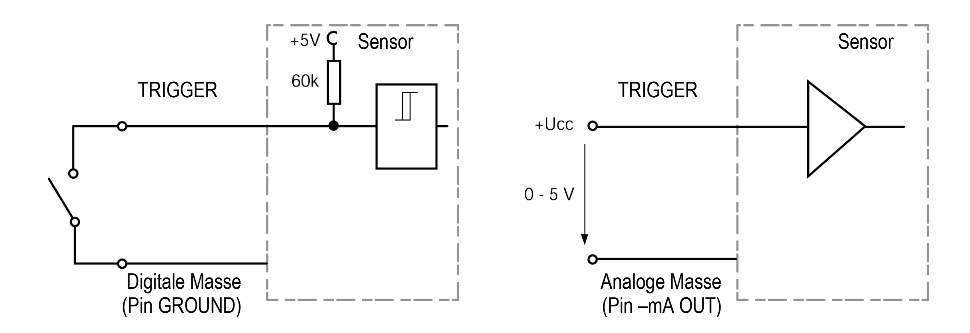


Abbildung 19: Nutzung des externen Eingangs: digital (links) und analog (rechts)

7.4.3.1 Trigger

Der Trigger wird aktiviert durch Kurzschließen (mindestens 10 ms) mit der digitalen Masse (Pin GROUND auf dem Anschlussklemmenblock). Dies kann über ein Relais, einen Taster o.ä. erfolgen.

7.4.3.2 Kompensation der Hintergrundtemperatur

Die vom Sensor gemessene Objekttemperatur kann durch die Berücksichtigung der Hintergrundtemperatur des Objekts verbessert werden. Diese Funktion sollte immer dann aktiviert werden, wenn der Emissionsgrad nicht 1.0 ist und die Hintergrundtemperatur in der Nähe der Temperatur des Messobjekts liegt. So würden z.B. die stark erhitzten Wände innerhalb eines Ofens ohne Kompensation der Hintergrundtemperatur zu größeren Messfehlern führen. Über die Kompensation wird der Einfluss reflektierender Hintergrundstrahlung in Abhängigkeit mit dem Reflexionsverhalten des Messobjekts kompensiert. Das Reflexionsverhalten des Messobjekts ist abhängig u.a. von dessen Oberflächenstruktur. Die reflektierte Strahlung addiert sich zur Eigenstrahlung des Messobjekts und verfälscht daher den vom Sensor errechneten Temperaturwert. Bei Kenntnis der Temperatur der Hintergrundstrahlung lässt sich dieser Wert aus der vom Sensor erfassten Gesamtstrahlung herausrechnen, so dass die Messobjekttemperatur wieder korrekt angezeigt wird.



Die Kompensation der Hintergrundtemperatur muss immer dann aktiviert werden, wenn Objekte mit relativ geringem Emissionsgrad in heißen Umgebungen oder in der Nähe von Heizquellen gemessen werden sollen!

Drei Möglichkeiten der Kompensation der Hintergrundtemperatur stehen zur Verfügung:

- Nutzung der **internen Messkopftemperatur** unter der Voraussetzung, dass die Hintergrundtemperatur mehr oder weniger der Messkopftemperatur entspricht (Voreinstellung des Geräts).
- Wenn die Hintergrundtemperatur bekannt und konstant ist, kann der Bediener diesen **festen Temperaturwert** in das Gerät schreiben.
- Die Kompensation der Hintergrundtemperatur mit Hilfe eines **zweiten Temperatursensors** (Infrarot- oder berührender Sensor) liefert sehr genaue Ergebnisse durch Echtzeit-Kompensation. So wird der Spannungsausgang des zweiten Sensors mit dem externen Analogeingang des ersten Sensors verbunden (unter Verwendung des Marathon Anschlussklemmenblocks), wobei beide Sensoren auf den gleichen Temperaturbereich gesetzt sein müssen.

Alle Einstellungen können über die Software oder den entsprechenden Programmierbefehl eingestellt werden, siehe Abschnitt 10.8.6 Setzen der Kompensation für die Hintergrundtemperatur, Seite 71.

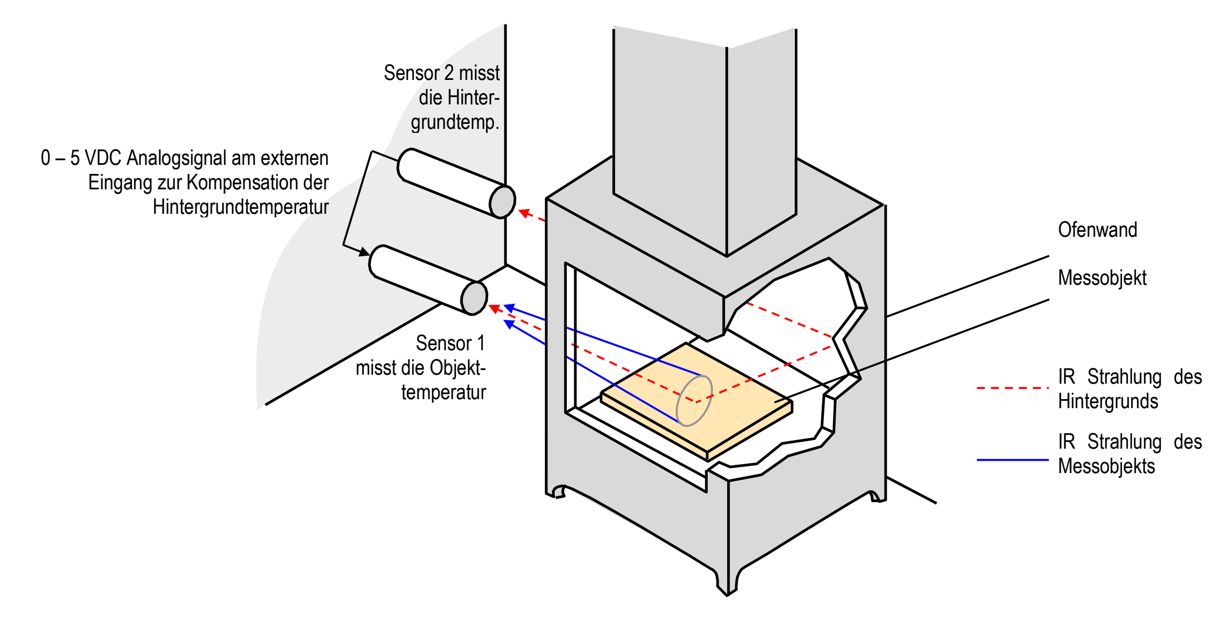


Abbildung 20: Kompensation der Hintergrundtemperatur mit zweitem IR Sensor

7.4.3.3 Setzen des Emissionsgrads

Der externe Eingang kann so konfiguriert werden, dass über eine angelegte Spannung im Bereich 0 bis 5 VDC ein bestimmter Emissionsgrad in Echtzeit eingestellt werden kann. Diese Funktion wird durch die Software aktiviert oder durch den entsprechenden Programmierbefehl, siehe Abschnitt 10.8.5 Setzen von Emissionsgrad, Seite 71. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zuordnung von Eingangsspannung und Emissionsgrad.

U in V	0.00	0.24	0.48	0.71	0.95	1.19	1.43	1.67	1.90	2.14	2.38
Emissivity	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60

U in V	2.62	2.86	3.10	3.33	3.57	3.81	4.05	4.29	4.52	4.76	5.00
Emissivity	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15

Tabelle 5: Zuordnung von Eingangsspannung und Emissionsgrad

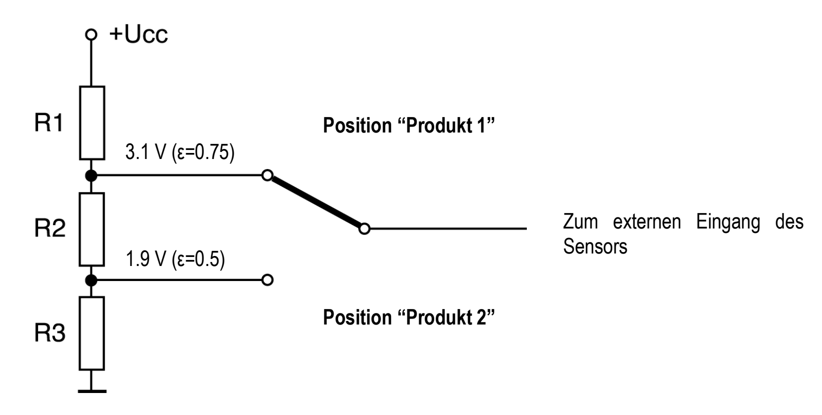


Abbildung 21: Einstellen des Emissionsgrads am externen Eingang (Beispiel)

7.5 Werksvoreinstellungen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Parameterwerte beim Rücksetzen auf Werksvoreinstellung. Das Rücksetzen auf Werksvoreinstellung kann nur über die DataTemp Multidrop Software realisiert werden. Beachten Sie dabei, dass die Multidrop Adresse und die Baudrate beim Rücksetzen nicht geändert werden.

Parameter	Werksvoreinstellung
Anzeigemodus	°C, TEMP- Anzeige
Emissionsgrad	0.95
Transmissionsgrad	1.00
Fokus	600 mm
Laser	aus
Mittelwert	000.0 (aus)
Max Halten	000.0 (aus)
Min Halten	000.0 (aus)
Untere mA (4 mA)	Untere Temperatur des Bereichs
Obere mA (20 mA)	Obere Temperatur des Bereichs
Multidrop Adresse	Nicht verändert (0 bei Auslieferung)
Baudrate	Nicht verändert (38400 bei Auslieferung)
Temperatureinheit	°C
Relaisausgang	Gesteuert durch das Gerät
Stromausgang	4 – 20 mA
Bedienfeld	Nicht gesperrt
Kommunikation	4-Draht
RS485 Übertragung	Abfragemodus
Ausgabestring (RS485)	UTEIEC = Temperatureinheit, Objekttemperatur, Emission, interne Temperatur, Fehlercode

Abbildung 22: Werksvoreinstellungen

8 Optionen

Nachfolgend sind alle erhältlichen Optionen aufgelistet. Optionen werden bereits beim Hersteller berücksichtigt und müssen daher bei der Bestellung angegeben werden:

- Laservisier (…L) oder Videokamera (…V)
- Wasser- / Luftkühlgehäuse einschließlich Luftblasvorsatz
- Variabler Fokus (…VF1), siehe Abschnitt 3.2.1 Variabler Fokus, Seite 15.
- Werkskalibrierzertifikat basierend auf NIST/DAkkS zertifizierten Messfühlern (XXXMMCERT)

8.1 Laservisier

Das Laservisier gestattet die exakte Ausrichtung des Messkopfes auf kleinere, sich schnell bewegende oder stochastisch erscheinende Messobjekte. Ein kleiner, heller Laserstrahl zeigt die Mitte des Messflecks. Der Laserpunkt zeigt nicht die Größe des Messflecks.

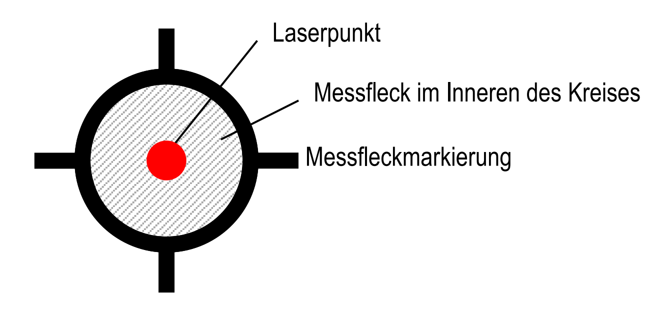


Abbildung 23: Markierung des Messfleck durch Laser

Zur Aktivierung des Lasers, siehe Abbildung 10 auf Seite 32.

Als Laservisier wird ein AlGaInP-Laser Klasse 2 (IEC 825) verwendet, der einen roten Leuchtfleck (650 nm) mit einer Energie von unter 1 mW liefert. Entsprechend den Lichtverhältnissen sind Messobjekte auch in größeren Entfernungen markierbar. Der Laser erfüllt den FDA Strahlungsleistungsstandard, 21CFR, Unterkapitel J und entspricht den IEC 825, Klasse 2 Festlegungen.



Für eine verlängerte Lebensdauer schaltet der Laser nach zehnminütiger Betriebsdauer automatisch ab.

WARNUNG!
Blicken Sie niemals in den Laserstrahl! Zielen Sie nicht auf Personen! Beachten Sie dabei auch mögliche Reflexionen!



LASERSTRAHLUNG
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN
LASER KLASSE 2
NACH EN 60825-1:1994
P ≤ 1 mW; λ = 632,8 mm

8.2 Videokamera

Das Gerät verfügt optional über eine eingebaute Videokamera. Mit der Videokamera kann jederzeit die korrekte Ausrichtung des Geräts überprüft werden. Mittels Bild- und Videoaufzeichnung in der Software besteht darüber hinaus die Möglichkeit der Prozessdokumentation.

Videokamera Spezifikation:

Pixel:	510 x 492
Messfeld	8°
Fokus	identisch dem Fokusabstand des Infrarot Kanals (für Geräte mit festem oder variablem Fokus)
Ausgabeformat:	NTSC (analog)
Signal– Rausch Verhältnis:	40 dB
Rauschen:	0.03% V_{pp}
Umgebungstemperaturbereich:	5 - 50°C
Minimal erforderliche Ausleuchtung:	5 Lux
Impedanz:	75 Ω
Kabeltyp:	BNC
Max. Übertragungslänge für Analogvideosignal:	100 m

Die Videokamera ist im Gerät fest eingebaut. Dadurch entfällt zusätzlicher Verdrahtungsaufwand. Zum Anschluss an externe Videogeräte wird der Kabeltyp BNC verwendet.

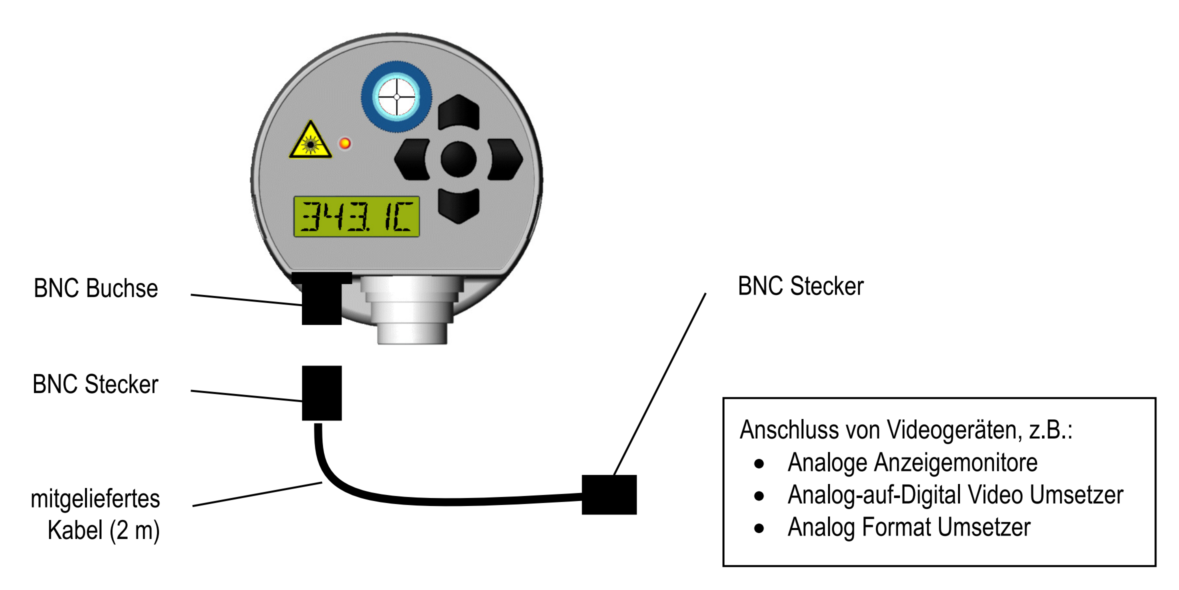


Abbildung 24: Verdrahtung des Videoausgangs

Analoger Anzeigemonitor

Der analoge Videoausgang der Videokamera im Format NTSC kann direkt an Anzeigemonitore angeschlossen werden, die dieses Format unterstützen. Falls ein NTSC Monitor nicht verfügbar ist, so können spezielle Konverter eingesetzt werden, die das NTSC Format nach PAL oder SECAM umwandeln.

Digitales Video

Um das Bild der Videokamera in die DataTemp MultiDrop Software einzublenden, muss das analoge Videosignal in ein digitales Videosignal gewandelt und über USB in den PC eingelesen werden. Ein entsprechender Wandler kann über den Hersteller (P/N XXXMMACVCON) erworben werden. Beachten Sie in jedem Fall die Bedienungsanleitung für den Wandler! Der USB Port am PC muss die USB 2.0 Spezifikation erfüllen.



Bei der Installation des Wandlers ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. **Treiber für den Wandler auf dem PC installieren**
2. **Wandler mit dem PC verbinden**



Bei Installationsproblemen wird empfohlen, möglicherweise andere installierte Videogeräte temporär über die Systemsteuerung des Computers zu deaktivieren!

Einmal umgewandelt und in den PC eingelesen, wird der eingehende Videostrom von der DataTemp MultiDrop Software automatisch erkannt und angezeigt, das Menü <Video> ist aktiviert.

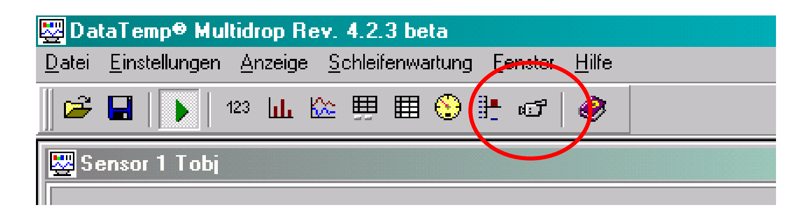
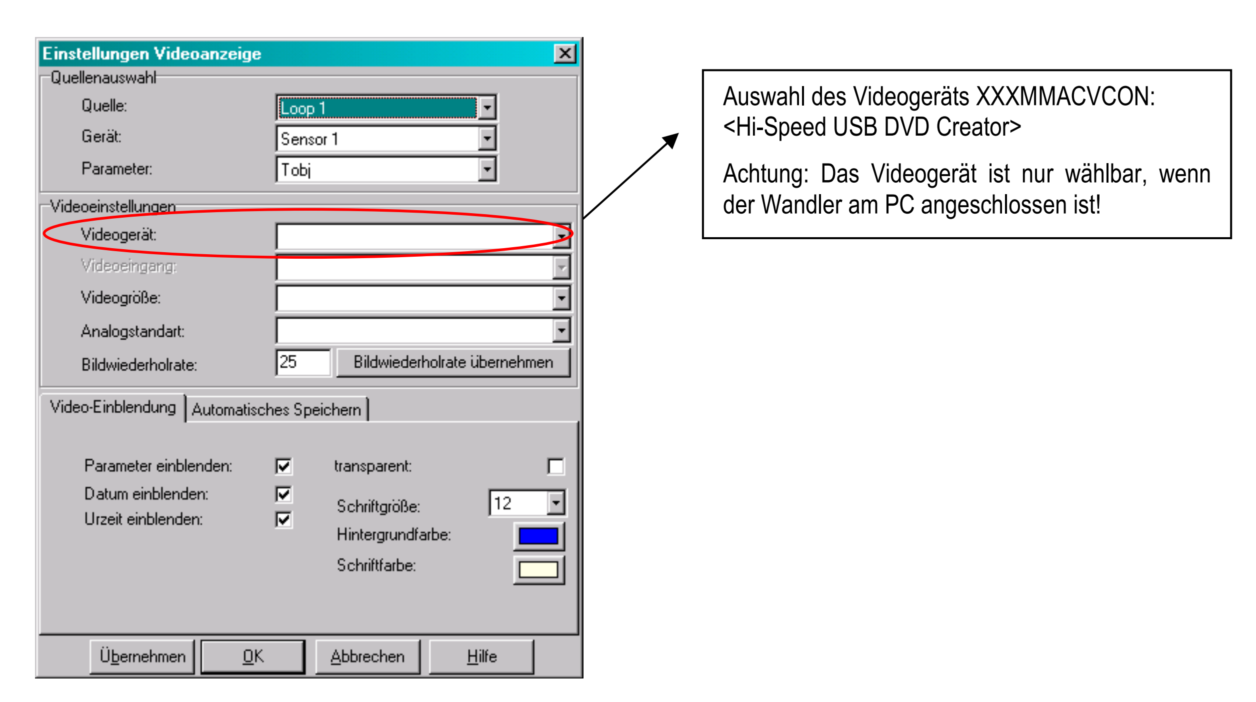


Abbildung 25: Das Menü <Video> in der DataTemp MultiDrop Software

Die Anzeige für das Videobild kann über das Menü <Anzeigeeigenschaften> formatiert werden. Dieses Menü ist über einen Rechtsklick mit der Maus in der Videoanzeige zugänglich.



26: Formatierung der Videoanzeige

Im Register <Automatisches Speichern> werden die Einstellungen zum automatischen Abspeichern von Videos vorgenommen.

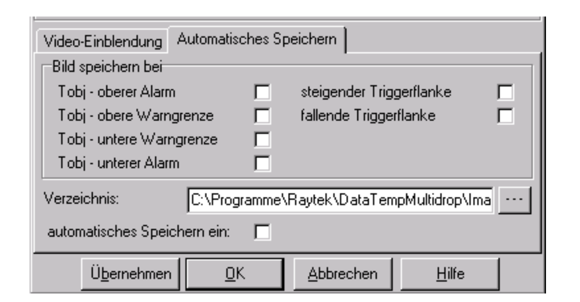


Abbildung 6: Konfigurieren der automatischen Speicherung

8.3 Wasser- / Luftkühlgehäuse

Die Verwendung eines wasser- bzw. luftgekühlten Gehäuses ermöglicht den Einsatz des Sensors bei Umgebungstemperaturen bis 120°C (luftgekühlt) oder 175°C (wassergekühlt). Für den Anschluss der Kühlmedien sind Edelstahlfittinge 1/8" NPT vorgesehen, welche einen Innendurchmesser von 6 mm und einen Außendurchmesser von 8 mm für den Kühlschlauch erfordern.
Der Durchsatz an Spülluft sollte ca. 1,4 bis 2,5 Liter pro Sekunde bei 25°C betragen. Die Wasserdurchflussmenge sollte etwa bei 1,0 bis 2,0 Liter pro Minute liegen (Wassertemperatur zwischen 10 und 27°C. Der Druck darf maximal 5 bar betragen. Eine Wassertemperatur unter 10°C wird nicht empfohlen, nähere Informationen finden sich im Abschnitt 8.3.1 Verhinderung von Kondensation Seite 51.



Das Wasser- / Luftkühlgehäuse **wird geliefert mit passenden Fittingen.**

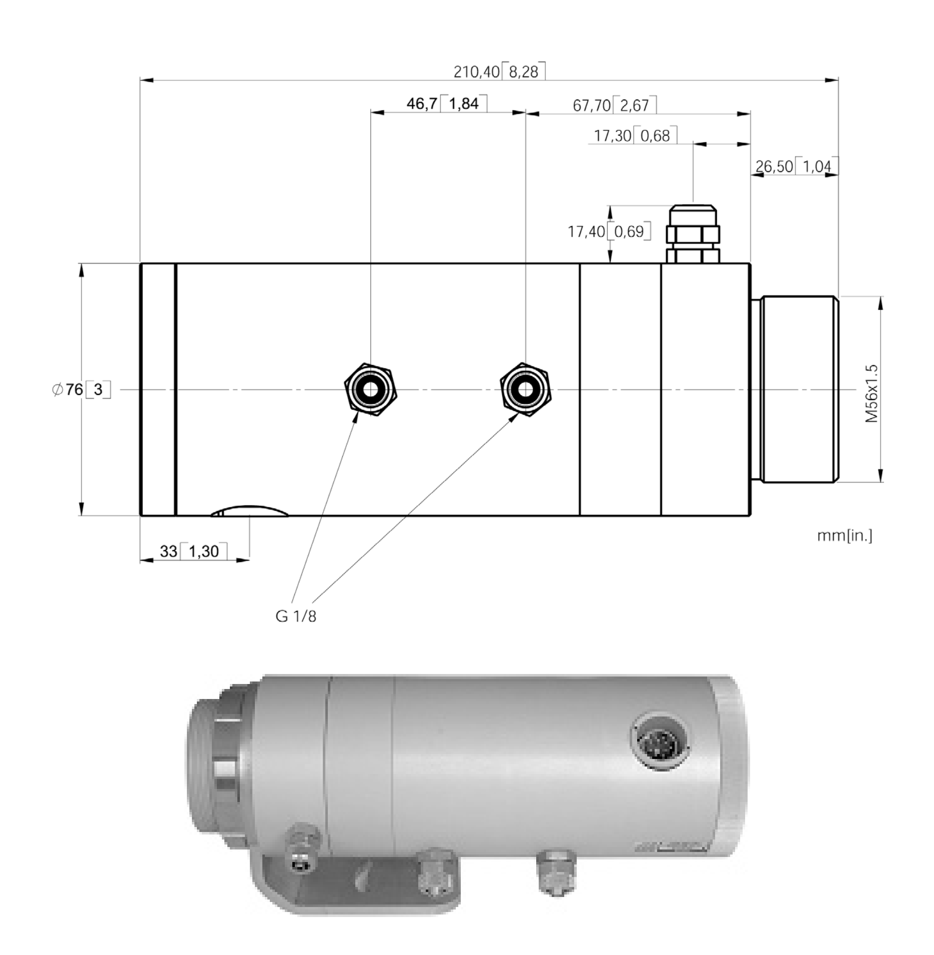


Abbildung 27: Messkopf mit luft-/wassergekühltem Gehäuse



Für Umgebungstemperaturen größer als 175°C, kann das ThermoJacket genutzt werden. Dieses Zubehörteil erlaubt Umgebungstemperaturen bis 315°C.

8.3.1 Verhinderung von Kondensation

Sollten die Umgebungsbedingungen für das Gerät eine zusätzliche Kühlung erforderlich machen, kann das Problem der Kondensation auftreten.
Beim Kühlen wird die im Gerät befindliche Luft gekühlt. Dabei nimmt die Wasseraufnahmefähigkeit der Luft ab. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt an und kann dabei schnell 100% erreichen. Bei weiterer Abkühlung gibt die Luft den überschüssigen Teil des Wasserdampfs wieder als Wasser ab (Kondensation), wobei sich das Wasser im Gehäuseinnern an der Linse oder an der Elektronik niederschlägt. Funktionsminderung bzw. Totalausfall des Geräts sind die Folge. Kondensation tritt auch bei Geräten mit dem Schutzgrad IP65 auf.



Bei Schäden durch Kondensation besteht kein Anspruch auf Garantieleistungen!

Zur Verhinderung von Kondensation sind die Temperatur und die Durchflussmenge des Kühlmediums so zu wählen, dass das Gerät auf einer Temperatur gehalten wird, die größer als die minimale Gerätetemperatur ist. Diese minimale Gerätetemperatur ist abhängig von der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte, siehe nachfolgende Tabelle.

Relative Luftfeuchte [%]

Umgebungstemperatur [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	10
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10	10	15
20	0	0	0	0	0	0	5	5	5	10	10	10	10	15	15	15	15	15	20
25	0	0	0	0	5	5	10	10	10	10	15	15	15	20	20	20	20	20	25
30	0	0	0	5	5	10	10	15	15	15	20	20	20	20	25	25	25	25	30
35	0	0	5	10	10	15	15	20	20	20	25	25	25	25	30	30	30	30	35
40	0	5	10	10	15	20	20	20	25	25	25	30	30	30	35	35	35	35	40
45	0	10	15	15	20	25	25	25	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45
50	5	10	15	20	25	25	30	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	45	50
60	15	20	25	30	30	35	40	40	40	45	45	50	50	50	50	50	50	50	60
70	20	25	35	35	40	45	45	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
80	25	35	40	45	50	50	50	60	60	60	60	60							
90	35	40	50	50	50	60	60	60											
100	40	50	50	60	60														

Tabelle 6: Minimale Gerätetemperatur [°C]

Temperaturen größer als 60°C werden nicht empfohlen aufgrund der begrenzten, maximal zulässigen Gerätetemperatur.

Beispiel:

Umgebungstemperatur = 50°C
Relative Luftfeuchte = 40%
Minimale Gerätetemperatur = 30°C

Bei niedrigeren Temperaturen Benutzung auf eigene Gefahr!

9 Zubehör

9.1 Übersicht

Die nachfolgende Übersicht listet das erhältliche Zubehör auf. Als Zubehör gelten die Teile, die jederzeit bestellt und vor Ort installiert werden können.

- Starrer Montagewinkel (XXXMMACFB)
- Justierbarer Montagewinkel (XXXMMACAB)
- Luftblasvorsatz (XXXMMACAP...)
- Schutzrohr (XXXTST…)
- Rohradapter (XXXMMACPA)
- 90° Umlenkspiegel (XXXMMACRA...)
- USB/RS485 Schnittstellenwandler (XXXUSB485), siehe Abschnitt 6.3, Seite 27
- Industrienetzteil (XXXSYSPS)
- Anschlussbox (RAYMAPB)
- Niedertemperatur-Anschlusskabel (XXX2CLTCB…) mit Anschlussklemmenblock
- Hochtemperatur-Anschlusskabel (XXX2CCB…) mit Anschlussklemmenblock
- Anschlussklemmenblock (XXXMATB)
- Anschlussbox mit Anschlussklemmenblock und Spannungsversorgung (RAYMAPB)
- Schutzfenster (XXXMMACTW…)
- ThermoJacket (RAYTXXTJ4)
- *{reserviert}*
- {reserviert}

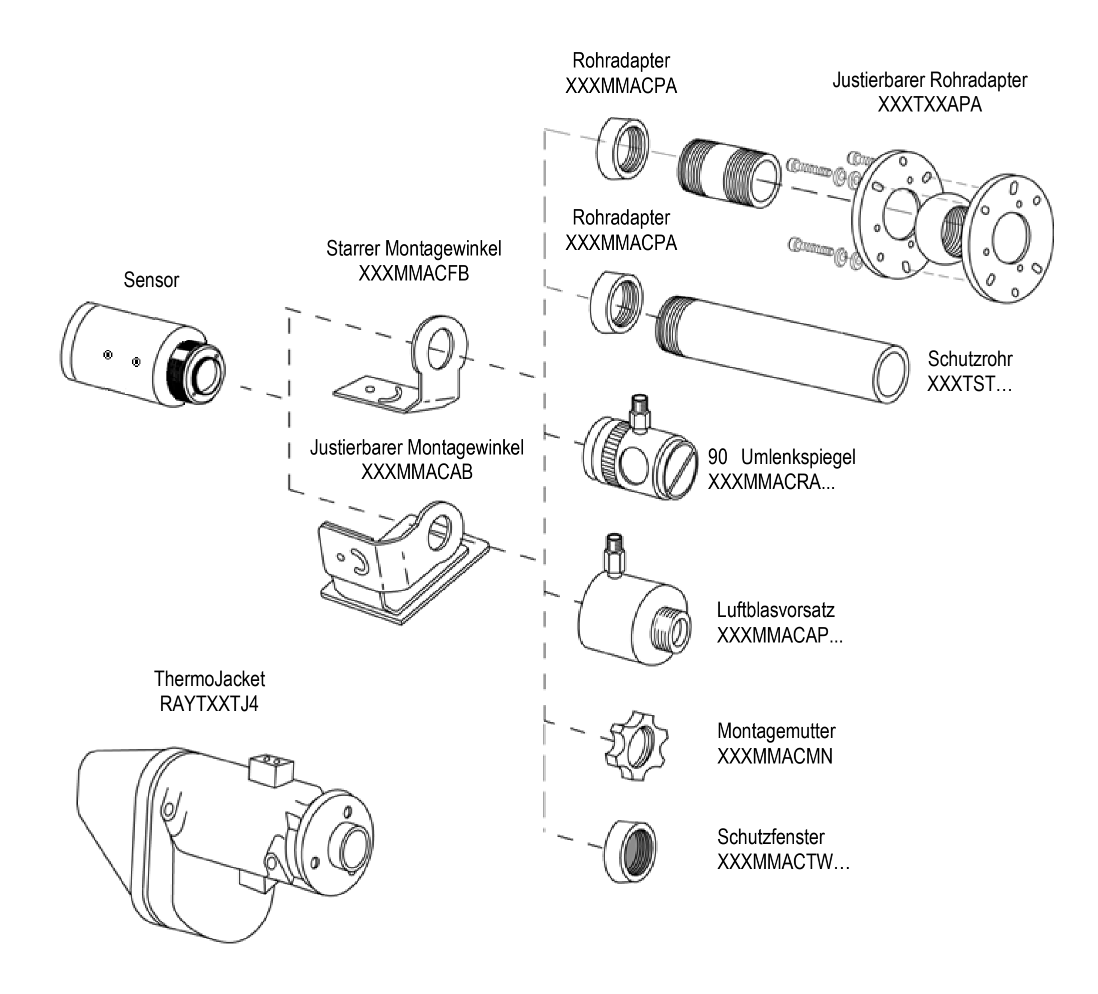


Abbildung 28: Zubehör

9.2 Starrer Montagewinkel

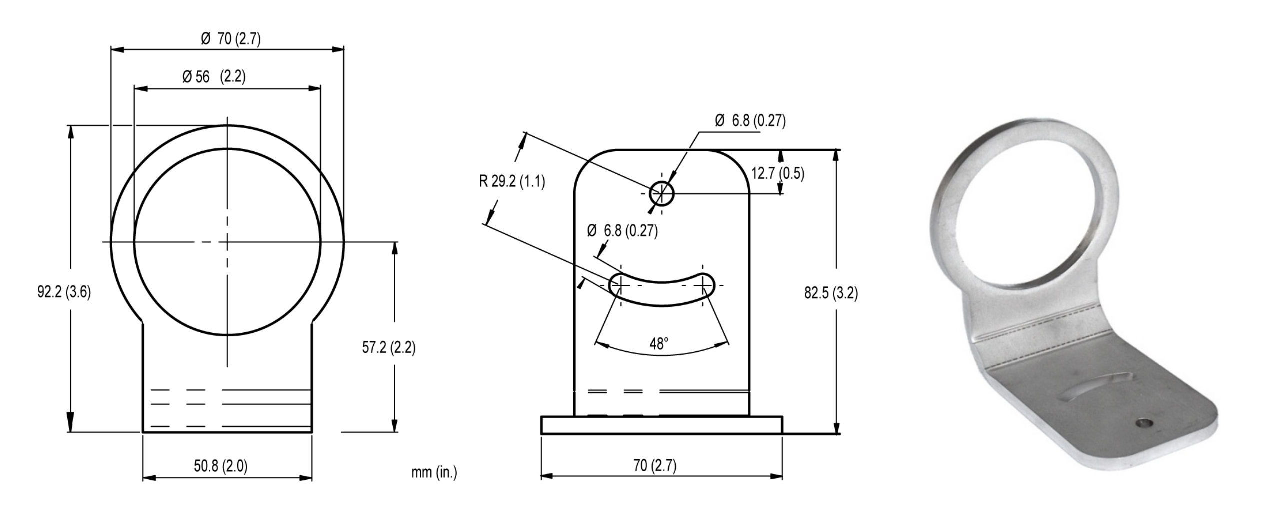


Abbildung 29: Starrer Montagewinkel in Edelstahl (XXXMMACFB)

9.3 Justierbarer Montagewinkel

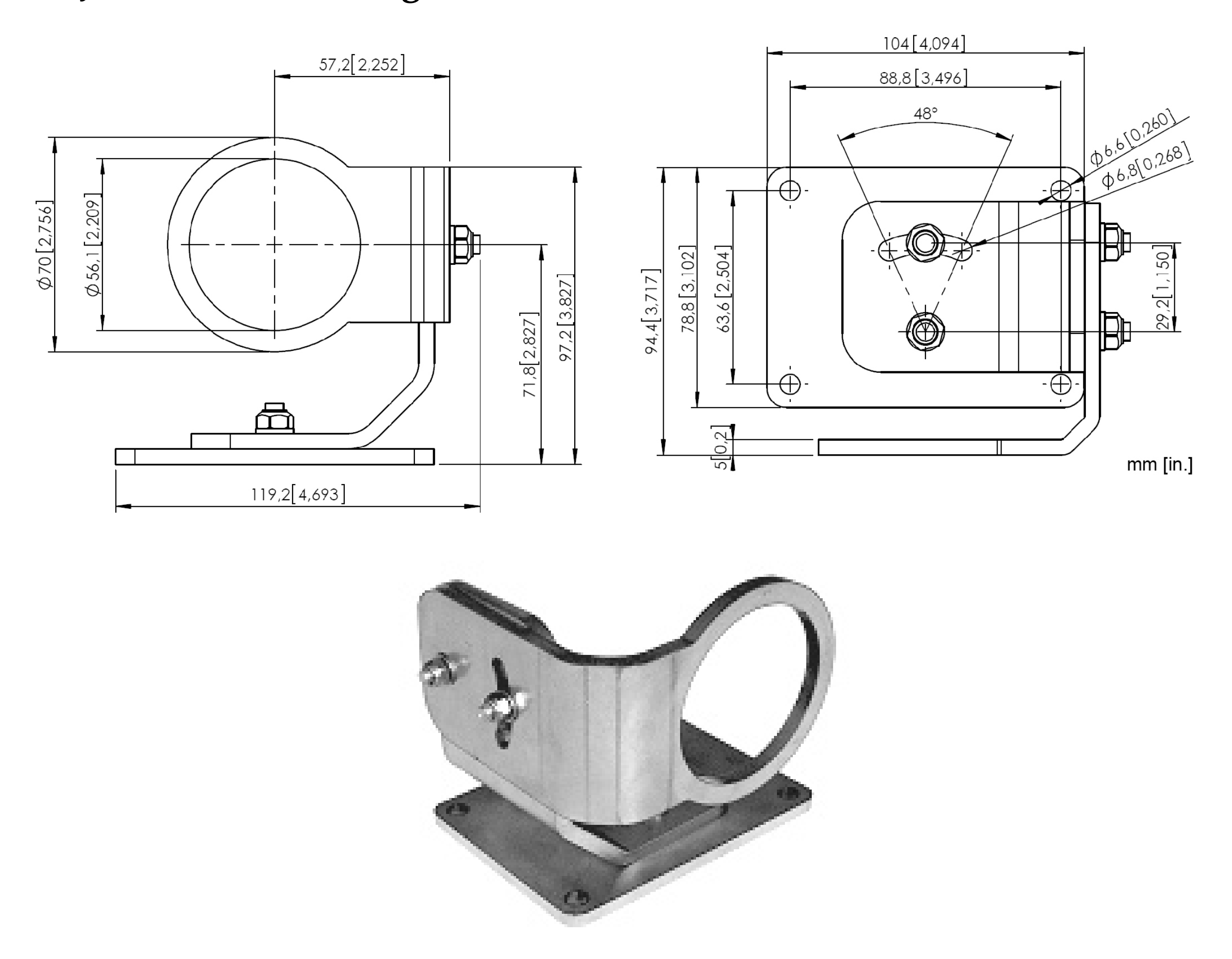


Abbildung 30: Justierbarer Montagewinkel in Edelstahl (XXXMMACAB)

9.4 Luftblasvorsatz

Der Luftblasvorsatz dient dazu, Staub, Feuchtigkeit, Schwebepartikel und Kondensat von der Linse fernzuhalten. Er kann vor oder hinter dem Haltewinkel montiert werden. Der Luftstrom wird über Edelstahl-Fittings 1/8“ NPT auf die Frontöffnung geleitet. Er sollte auf maximal 0,5 bis 1,5 l/s begrenzt sein. Um Verschmutzungen auf der Linse zu vermeiden, wird saubere, ölfreie Luft empfohlen. Um Kondensation zu vermeiden, sollte die Luft nicht kühler als 10°C sein.
Der Luftblasvorsatz kann entweder mit dem Sensor allein oder in Verbindung mit dem Wasser- / Luftkühlgehäuse eingesetzt werden.
Der Luftblasvorsatz lässt sich in 120° Schritten verdreht montieren.
Der Luftblasvorsatz ist verfügbar in Aluminium (XXXMMACAP) oder Edelstahl (XXXMMACAPS).

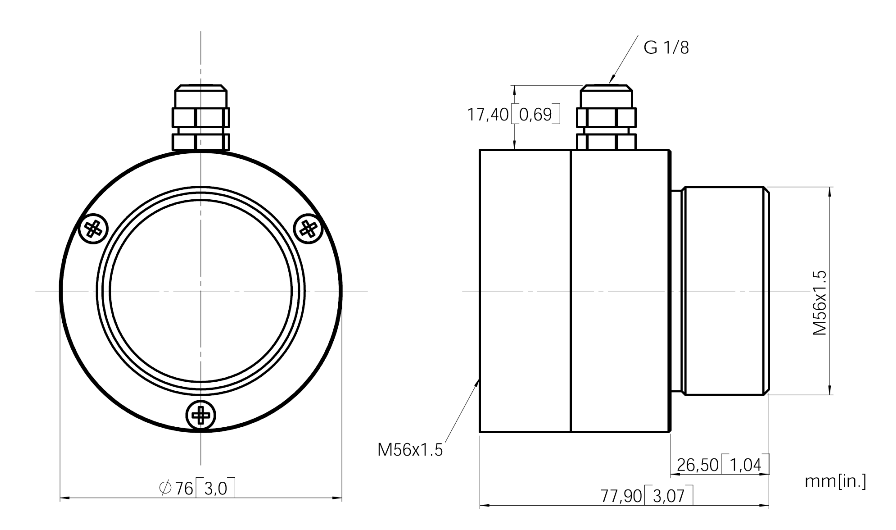


Abbildung 31: Luftblasvorsatz

9.5 Schutzrohr

Schutzrohre werden benutzt, wenn reflektierte Strahlung das Messergebnis beeinflussen könnte. Erhältlich sind:

- Edelstahl-Schutzrohr bis 800°C (XXXTST12)
- Keramik-Schutzrohr (Aluminiumoxid) bis 1500°C (XXXTSTC12)



Wenn Sie ein Schutzrohr aus eigener Produktion benutzen, achten Sie bitte genau auf Innendurchmesser und Länge des Schutzrohrs vom Hersteller! Der installierte Messkopf bestimmt, welche Kombination von Durchmesser und Länge möglich sind, ohne dass das Blickfeld des Sensors eingeschränkt wird.

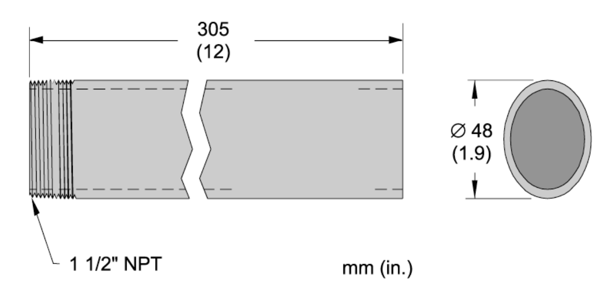


Abbildung 32: Schutzrohr

9.6 Rohradapter

Zum Anschluss des Schutzrohres an den Sensor ist ein Rohradapter aus Edelstahl erhältlich.

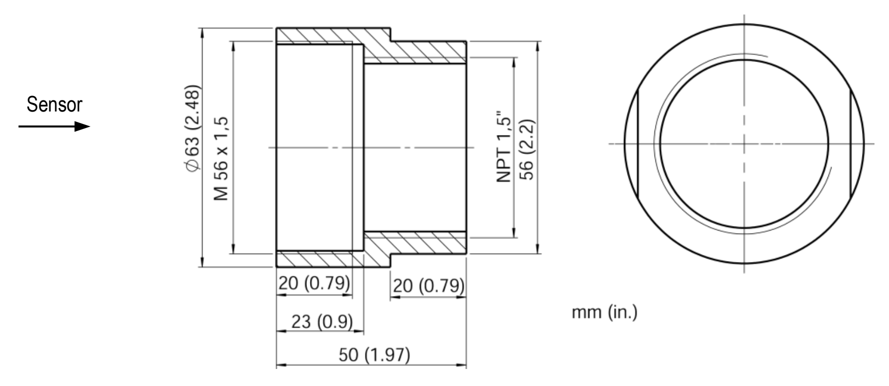


Abbildung 33: Rohradapter XXXMMACPA

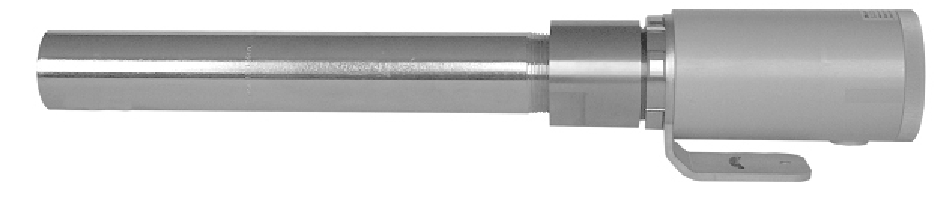


Abbildung 34: Sensor mit Schutzrohr (XXXTST…), Rohradapter (XXXMMACPA), und festem Montagewinkel (XXXMMACFB)

9.7 90° Umlenkspiegel

Mit Hilfe des als Zubehör erhältlichen Umlenkspiegels ist eine Versatz des Messfeldes um 90° gegenüber der Messkopfachse möglich. Der Einsatz kann dort erfolgen, wo infolge Platzmangels oder Störabstrahlungen keine direkte Ausrichtung des Messkopfes auf das Messobjekt möglich ist. In staubiger oder verschmutzter Umgebung ist die Luftspülung zu verwenden, um die Oberfläche des Spiegels sauber zu halten.
Der Umlenkspiegel ist verfügbar in Aluminium (XXXMMACRA) oder Edelstahl (XXXMMACRAS).

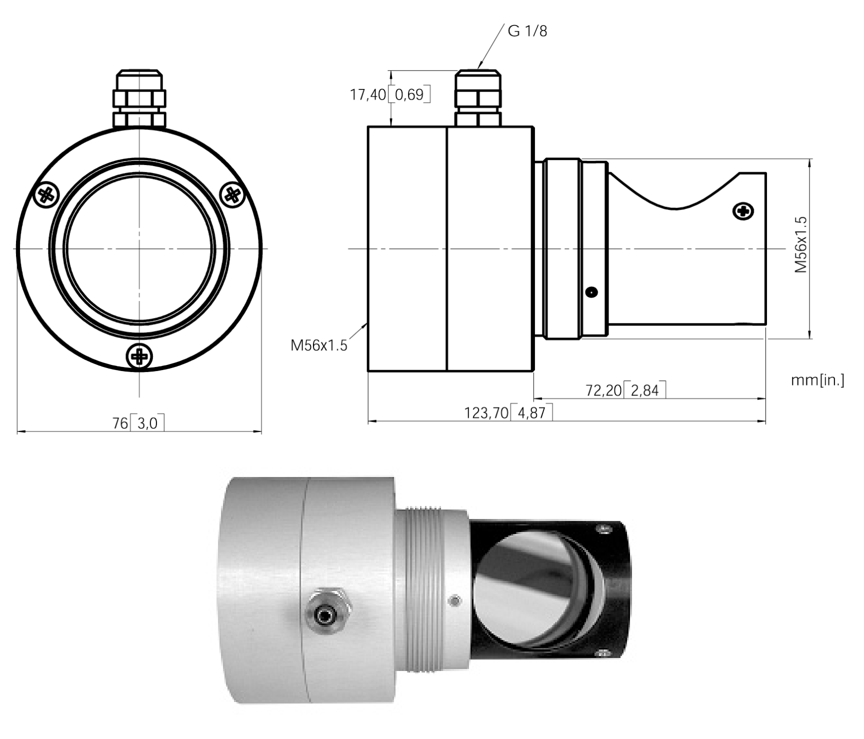


Abbildung 7: 90° Umlenkspiegel

9.8 Industrienetzteil

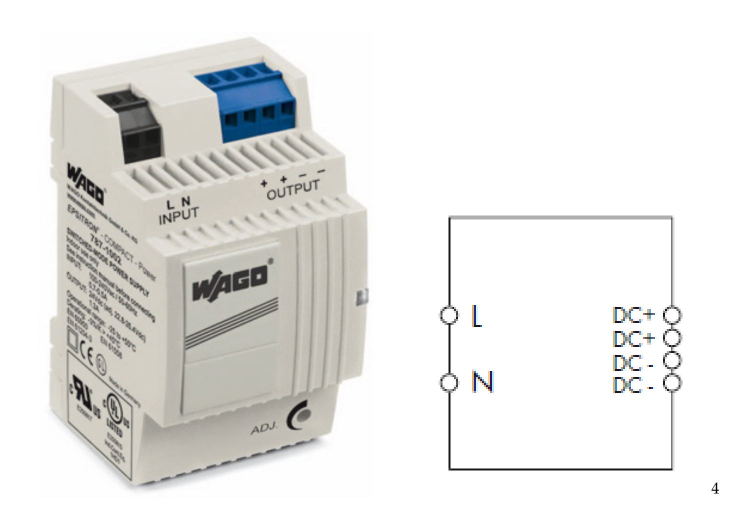
Die industrielle Stromversorgung wandelt eine Wechselspannung in eine elektrisch isolierte Gleichspannung um. Das Industrienetzteil ermöglicht die Montage über Hutschiene und ist geschützt gegen Kurzschluss und Überlast.



Um einen elektrischen Unfall zu verhindern, darf die Stromversorgung nur in geschützten Umgebungen (Gehäuse) benutzt werden!

Technische Daten:

Sicherheit	vorbereitet für Klasse II
Schutzklasse	IP20
Betriebstemperatur	-25°C bis 55°C
AC Eingang	100 – 240 VAC 44/66 Hz
DC Ausgang	24 VDC / 1.3 A
Anschlüsse	Ø 0.08 bis 2 mm²



[4]

Abbildung 35: Industrienetzteil (XXXSYSPS)

[4] Copyright Wago®

9.9 Anschlussbox

Die Anschlussbox bietet einen IP66 Schutz für den Anschlussblock, siehe Abschnitt 6.2 Elektrische Installation, Seite 25, und einer Spannungsversorgung für den Sensor. Die Box kann über die vorgesehenen Löcher und Flansche einfach montiert werden. Bitte achten Sie bei der Montage auf ausreichend Luftzirkulation für die Box! Der zulässige Umgebungstemperaturbereich ist von 0 bis 50°C.

Technische Daten Spannungsversorgung:

AC Eingang	100 – 240 VAC 50/60 Hz
DC Ausgang	24 VDC / 1.1 A
Betriebstemperatur	-20°C bis 60°C
Luftfeuchte	20 bis 90%, nicht kondensierend

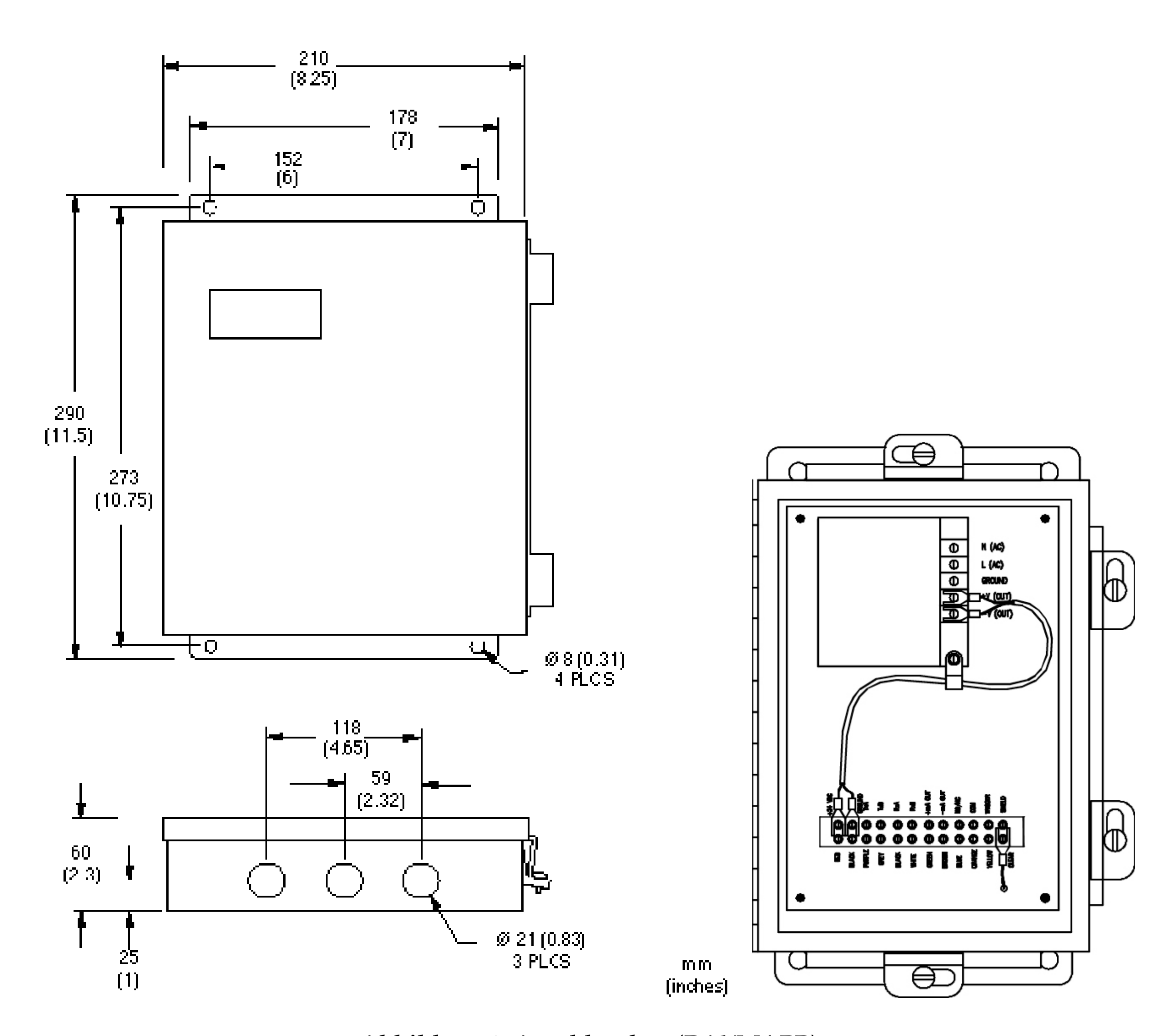


Abbildung 8: Anschlussbox (RAYMAPB)

9.10 Niedertemperatur-Anschlusskabel

Das 12-adrige Niedertemperaturkabel (XXX2CLTCB…) dient der Verschaltung des Sensors mit der 24 VDC Spannungsversorgung, den Ausgängen und der RS485 Schnittstelle. Das PUR-beschichtete Kabel widersteht Temperaturen im Bereich von -40 bis 105°C. PUR-beschichtete Kabel weisen eine sehr gute Beständigkeit auf Öle, Säuren und Basen.

- Temperatur: -40 bis 105°C
- Kabelmaterial PUR- 11Y (Polyurethane), halogen- und silikonfrei
- Kabeldurchmesser: 7.2 mm nominal
- Leiter:
  - Spannungsversorgung 2 Adern (schwarz/rot)
    - Leiter: 0.2 mm², verzinntes Kupfer
    - Isolierung: PE- 2YI1
    - Schirmung: keine
  - RS485 Schnittstelle 2 verdrillte Adernpaare (schwarz/weiß und purpur/grau)
    - Leiter: 0.2 mm², verzinntes Kupfer
    - Isolierung: PE- 2YI1
    - Schirmung: CDV-15, 85% Bedeckung
  - Ausgang und Masse 6 Adern (grün/braun/blau/orange/gelb/klar)
    - Leiter: 0.2 mm², verzinntes Kupfer
    - Isolierung: PE- 2YI1
    - Schirmung: keine

Weitere Informationen zur Beschaltung des Kabels finden sich im Abschnitt 6.2 Elektrische Installation Seite 25.

Das Niedertemperaturkabel kann beim Hersteller in den folgenden Längen bestellt werden: 4 m, 8 m, 15 m, 30 m, 60 m

Beachten Sie beim Kürzen des Kabels, dass beide verdrillte Adernpaare in der Isolierung einen Führungsdraht besitzen. Diese Führungsdrähte (und der weiße Draht, der nicht zum verdrillten Adernpaar gehört) müssen an die mit CLEAR bezeichnete Klemme angeschlossen werden.

Wenn Sie Ihr eigenes RS485-Kabel kaufen möchten, achten Sie bitte auf obige Spezifikationen. Die maximale Länge des RS485-Kabels darf 1200 m nicht überschreiten.

9.11 Hochtemperatur-Anschlusskabel

Das 12-adrige Hochtemperaturkabel (XXX2CCB…) dient der Verschaltung des Sensors mit der 24 VDC Spannungsversorgung, den Ausgängen und der RS485 Schnittstelle. Das Kabel ist teflonbeschichtet und im Temperaturbereich von -80 bis 200°C einsetzbar. Teflonbeschichtete Kabel weisen eine hervorragende Beständigkeit auf gegenüber Oxydation, Wärme, Witterung, Sonne, Ozon, Flammen, Wasser, Säure, Basen und Alkohol. Sie sind weniger beständig gegenüber Benzin, Kerosin und Lösungsmitteln.

- Spannungsversorgung — 2 Adern (schwarz/rot)
  - Leiter: 0,3 mm², verzinntes Kupfer
  - Isolierung: FEP 0,15 mm
  - Schirmung: ohne
- RS485 Schnittstelle — 2 verdrillte Adernpaare (schwarz/weiß und purpur/grau)
  - Leiter: 0,22 mm², verzinntes Kupfer
  - Isolierung: FEP 0,15 mm
  - Schirmung: mit Aluminium beschichtetes Mylar mit Führungsdraht
- Ausgang und Masse — 6 Adern (grün/braun/blau/orange/gelb/klar)
  - Leiter: 0,22 mm², verzinntes Kupfer
  - Isolierung: FEP 0,15 mm
  - Schirmung: ohne
- Kabeldurchmesser: 7 mm
- Temperatur: UL-geprüft von -80 bis 200°C



Teflon entwickelt unter Flammeneinwirkung giftige Gase!

Weitere Informationen zur Beschaltung des Kabels finden sich im Abschnitt 6.2 Elektrische Installation Seite 25.

Das 12-adriges Hochtemperaturkabel kann beim Hersteller in den folgenden Längen bestellt werden: 4 m, 8 m, 15 m, 30 m, 60 m

Beachten Sie beim Kürzen des Kabels, dass beide verdrillte Adernpaare in der Isolierung einen Führungsdraht besitzen. Diese Führungsdrähte (und der weiße Draht, der nicht zum verdrillten Adernpaar gehört) müssen an die mit CLEAR bezeichnete Klemme angeschlossen werden.

Wenn Sie Ihr eigenes RS485-Kabel kaufen möchten, achten Sie bitte auf obige Spezifikationen. Die maximale Länge des RS485-Kabels darf 1200 m nicht überschreiten.

9.12 Schutzfenster

Schutzfenster werden eingesetzt, um die Optik des Sensors vor äußeren Schmutzeinflüssen zu schützen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick zu den erhältlichen Schutzfenstern entsprechend des gewählten Sensormodells. Alle Schutzfenster haben eine Transmission kleiner 100%.

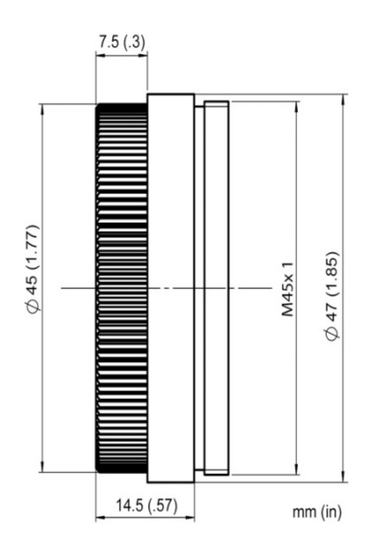


Zur Vermeidung fehlerhafter Messungen muss sichergestellt sein, dass die Transmission des Schutzfensters im Sensor eingestellt wird, siehe Abschnitt 7.2 Betriebsarten, Seite 31!

Bestellnummer	Identifikation	Modell	Material	Transmission
XXXMMACTWL	kein Punkt	Optik SF/VF: LT, 3M, MT, G5	Zinksulfid	0.75 ±0.05
XXXMMACTWLS	no dot	Optik SF/VF: LT, 3M, MT, G5	Zinksulfid Edelstahl	0.75 ±0.05
XXXMMACTWLCF	1 Punkt	Scharfpunktoptik CF: LT, 3M	Zinksulfid	0.75 ±0.05
XXXMMACTWLCFS	1 Punkt	Scharfpunktoptik CF: LT, 3M	Zinc Sulphide stainless steel	0.75 ±0.05
XXXMMACTWLF1	no dot	LT	Plastikfolie Edelstahl	0.75 ±0.05
XXXMMACTWGP	2 Punkte	1M, 2M	Quarzglas	0.93 ±0.05
XXXMMACTWGPS	2 dots	1M, 2M	Quarzglas Edelstahl	0.93 ±0.05

Tabelle 7: Schutzfenster

Bei speziellen Anforderungen erkundigen Sie sich bitte bei Ihrem Vertriebspartner über das Angebot an Spezial-Schutzfenstern.



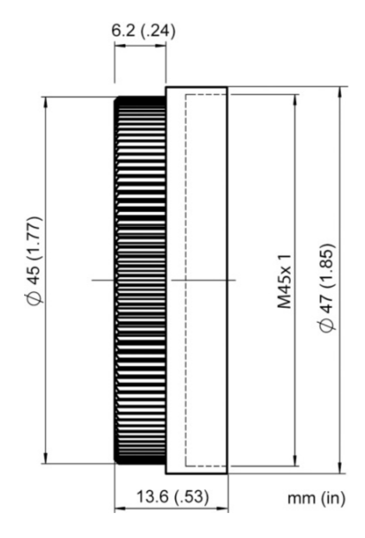


Abbildung 9: Abmessungen für das Schutzfenster (links: SF Version, rechts: CF Version)

9.13 ThermoJacket

Das Schutzgehäuse ermöglicht den Einsatz des Messkopfes in Umgebungstemperaturbereichen bis 315°C. Das robuste Aluminiumgehäuse umschließt den Messkopf vollständig und realisiert Wasserkühlung sowie Luftspülung. Messköpfe können problemlos ein- und ausgebaut werden, während das Schutzgehäuse fest montiert bleibt.

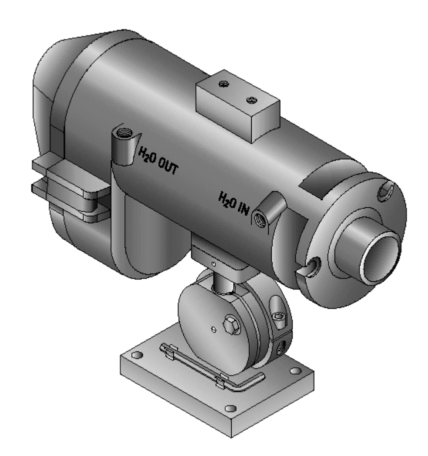


Abbildung 36: ThermoJacket (RAYTXXTJ4) mit Montagefuß (XXXTXXMB)

Weitere Informationen sind dem ThermoJacket Handbuch zu entnehmen.

9.14 *{reserviert}*

9.15 *{reserviert}*

10 Programmierübersicht

Dieser Abschnitt erläutert das Kommunikationsprotokoll des Messkopfes, welches Sie zum Schreiben neuer anwendungsspezifischer Programme oder bei der Kommunikation mit dem Messkopf über ein Terminal Programm verwenden können.

10.1 Softwaresteuerung und manuelle Bedienung

Da das Gerät mit einem Bedienfeld ausgestattet ist, können die Parameter alternativ auch über die Tasten manuell eingestellt werden. Zur Vermeidung von Konflikten zwischen manueller Bedienung und Softwaresteuerung, beachten Sie bitte folgendes:

- Befehlspriorität: Die zuletzt eingegebene Parameteränderung ist gültig, unabhängig davon, ob die Änderung manuell oder über die Fernsteuerung erfolgte.
- Bei manueller Veränderung eines Parameters sendet der Messkopf eine "Bestätigung" an den Host. Beachten Sie, dass die Bestätigung im Multidrop-Modus unterdrückt wird.
- Das Protokoll ermöglicht das Senden eines Befehls zur Sperrung des Bedienfelds, so dass der PC den Messkopf bei Bedarf "verriegeln" kann.

10.2 Speichern von Parametern

Alle Parameter, die über die Programmierbefehle geändert werden, werden automatisch im dauerhaften EEPROM Speicher abgelegt. Im EEPROM Speicher gehen die Parameter auch nach Aus- und Wiedereinschalten des Sensors nicht verloren.

10.3 Befehlsstruktur

Nach dem Senden eines Befehls wird empfohlen solange zu warten, bis der Sensor geantwortet hat.



Alle Befehle sind in Großbuchstaben einzugeben!

10.3.1 Abfrage eines Parameters (Poll Mode)

?E<CR>	“?“ ist der Befehl für “Abfrage“ “E“ ist der abzufragende Parameter <CR> carriage return (0Dh) beendet die Abfrage

10.3.2 Setzen eines Parameters (Poll Mode)

E=0.975<CR>	“E“ ist der zu setzende Parameter “=“ ist der Befehl “Setze den Parameter“ “0.975“ ist der Wert des Parameters <CR> carriage return (0Dh) beendet die Abfrage

10.3.3 Geräteantwort

!E0.975<CR><LF>	"!" ist der Parameter für "Antwort"
	"E" ist der Parameter
	"0.975" ist der Wert des Parameters
	<CR> <LF> (0Dh 0Ah) beendet die Abfrage

10.3.4 Gerätenachricht

Mit einer Gerätenachricht informiert der Sensor den Host darüber, dass das Gerät oder die Firmware zurückgesetzt wurden.

#XI1<CR><LF>	"#"ist der Parameter für "Nachricht"
	"XI1" ist der Inhalt der Nachricht (z.B. "XI1" Geräte-Reset)
	<CR> <LF> (0Dh 0Ah) beendet die Nachricht

Zur Nachverfolgbarkeit des Geräte-Reset bleibt XI auf einen Wert ungleich Null solange bis XI=0 manuell über die Schnittstelle gesetzt wird.

Mit einer Gerätenachricht informiert der Sensor den Host auch darüber, dass ein Parameter manuell über das Bedienfeld verändert wurde.

#XL1<CR><LF>	"#"ist der Parameter für "Nachricht"
	"XL1" ist der Inhalt der Nachricht (z.B. "XL1" Laser wurde eingeschaltet)
	<CR> <LF> (0Dh 0Ah) beendet die Nachricht

10.3.5 Fehlermeldungen

Das Sternchensymbol "*" wird an den Host gesendet für den Fall, dass ein ungültiger Befehl gesendet wurde. Als ungültiger Befehl wird folgendes erkannt:

- "*Unknown Command" – unbekannter Befehl durch nicht interpretierbare Zeichen (z.B. Kleinbuchstaben)
- "*Range Error" – Bereichsverletzung für einen Parameter
- "*Syntax Error" – ein Wert wurde im falschen Format eingegeben
- "*Function impossible" – um den gewünschten Befehl auszuführen, befindet sich das Gerät im falschen Modus

10.4 Übertragungsmodi

Zwei Übertragungsmodi können eingestellt werden:

Poll Mode: Abfragemodus, ein Parameter wird einzeln vom Nutzer abgefragt oder gesetzt.

Burst Mode: eine vordefinierte Kombination von Parametern („Burst String") wird permanent vom Gerät gesendet

V=P	"P" startet den Poll Mode
V=B	"B" startet den Burst Mode
$=UTIEECCS	"$" setzt den Inhalt des Burst Strings:
	"U" für Temperatureinheit
	"T" für Messobjekttemperatur
	"I" für interne Temperatur des Sensors
	"E" für den Emissionsgrad
	"EC" für Fehlercode
	"CS" fügt eine Checksumme hinzu
?$	Abfrage des Burst Strings im Poll Mode, z.B. "UTIE"

?X$	Abfrage des Burst String Inhalts im Poll Mode, z.B. “UC T0150.3 I0027.1 E0.950”

Schalten vom Burst Mode in den Poll Mode

4-Draht Kommunikation:	sende “V=P”
2- Draht Kommunikation:	sende “V=P”. Möglicherweise muss der Befehl mehrmals gesendet werden.

10.5 Checksumme

Häufig wird der Burst String zu einem Windows PC übertragen. Unter Windows Betriebssystemen kann es durch Speicherüberlauf zu Datenverlusten im seriellen COM Port kommen. Um einen Burst String auf Gültigkeit zu prüfen, kann dem String eine sogenannte Checksumme mittels Befehl <CS> hinzugefügt werden.

Das Kommando <CS> kann auch im Poll Mode genutzt werden. <CS=1> aktiviert die >Berechnung der Checksumme als 3-stellige Ganzzahl.

Beispiel:

?CS	//Abfrage des Status für die Checksummenberechnung
!CS0	//Antwort: keine Checksumme
CS=1	//aktivieren der Checksummenberechnung
!CS1 CS048	//Antwort: Checksumme aktiv, angefügte Checksumme in dezimalem Format

Prüfen der gesendeten Zeichenfolge

Das fehlerfreie Senden einer Zeichenfolge kann über eine sogenannte Checksumme geprüft werden (Block Check Character, BCC). Dazu werden die ASCII Werte aller gesendeten Zeichen miteinander XOR verknüpft beginnend vom Startzeichen (hier: “!”) bis zum Zeichen “S” aber ohne Berücksichtigung des Checksummenwertes selbst (hier: 127), des Carriage Return Zeichens <CR> und des Line Feed Zeichens <LF>. Im nachfolgenden Beispiel sind die zu berücksichtigenden Zeichen grau hinterlegt:

!	E	0	.	5	<space>	C	S	127	<CR>	<LF>

Bitte beachten, als Startzeichen sind die folgenden Zeichen zulässig: “!”, “?”, “*”, “#”, <Multidrop Adresse>, <erstes Zeichen des Burststrings>.
Empfangene Zeichenfolgen können überprüft werden, in dem die ASCII Werte nach Binär gewandelt und anschließend XOR verknüpft werden. Die XOR Bildungsvorschrift ist nachfolgend aufgeführt:

0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	1

Die über die Zeichenfolge gesendete Checksumme muss nun mit der berechneten Checksumme übereinstimmen. Vergleiche dazu beispielhaft die Checksumme aus obiger Zeichenfolge mit der nachfolgend berechneten Checksumme.

ASCII	HEX	Binary	Dec
!	21	0010 0001	
E	45	0100 0101	
0	30	0011 0000	
.	2E	0010 1110	
5	35	0011 0101	
<space>	20	0010 0000	
C	43	0100 0011	
S	53	0101 0011	
	7F	0111 1111	**127**

berechnete Checksumme über XOR

Algorithmus zur zeichenweisen XOR Operation mittels Basic Programmiercode:

```
Bcc = 0
For I = 1 To Len(String)
    Bcc = Bcc Xor Asc(Mid$(String, I, 1))
Next I
```

10.6 Burst Mode

10.6.1 Geschwindigkeit

Die serielle Kommunikation des Geräts kann zwischen Burst Mode and Poll Mode umgeschaltet werden. Beim Poll Mode antwortet das Gerät nur, wenn es vom Host PC eine Abfrage erhalten hat. Im Burst Mode überträgt das Gerät mit einer festen Geschwindigkeit einen vordefinierten Burst String permanent an den Host PC, ohne das es dafür einer expliziten Anfrage bedarf.

LT, G5, MT, 3M und G7 Sensoren liefern alle 20 ms (Abtastzeit) einen neuen Temperaturwert.
2M und 1M Sensoren liefern alle 1 ms (Abtastzeit) einen neuen Temperaturwert.

Neben der Abtastzeit der Sensoren wird die Geschwindigkeit im Burst Mode auch über die Baudrate, die Länge sowie den Inhalt des Burst Strings bestimmt.

- Im **Standard Burst Mode** beträgt die Zykluszeit 50 ms. Wenn der Burst String andere Zeichen enthält als “T”, “I” oder “XT” dann überträgt der Sensor automatisch alle 50 ms einen Burst String. So erzeugt beispielsweise der Burst String $=TIXTE eine Ausgabe von <T0150.3 I0027.1 XT00 E0.950> alle 50 ms.
- Die Zykluszeit im Burst Mode kann verkürzt werden durch die Reduzierung der Länge des Burst Strings. Der **Schnelle Burst Mode** wird automatisch eingestellt, wenn der Burst String keine anderen Zeichen als “T”, “I” und “XT” enthält.
  Beispiel 1: $=TIXT erzeugt die Ausgabe <T0150.3 I0027.1 XT00>
  Beispiel 2: $=TI erzeugt die Ausgabe <T0150.3 I0027.1>
  So erzeugt beispielsweise der Burst String $=TIXT eine Ausgabe von <T0150.3 I0027.1 XT00>.
  Im schnellen Burst Mode sendet das Gerät den Burst String mit einer Zykluszeit von 20 ms für LT, G5, MT, 3M und G7 Sensoren und 5 ms für 2M und 1M Sensoren). Das verbleibende geschwindigkeitsbegrenzte Element in der Datenübertragung ist nun die maximale Baudrate des Host PC’s. Falls der PC keine ausreichend schnelle Baudrate zur Verfügung stellen kann,

gehen Daten verloren und die effektive Übertragungszeit ist größer als die eigentlich mögliche Zykluszeit.

- Da die erforderliche Baudrate zur schnellstmöglichen Übertragung von der Anzahl der zu sendenden Zeichen abhängt, wird im **Schnellsten Burst Mode** die Zeichenzahl im Burst String reduziert. Der schnellste Burst Mode wird aktiviert durch den Befehl $=$. Im schnellsten Burst Mode enthält der Burst String lediglich noch die Werte für die Parameter "T", "I" und "XT", die Zeichen "T", "I" und "XT" selbst werden nicht mehr ausgegeben, z.B. <0150.3 0027.1 00>. Durch den verkürzten Burst String wird die Zykluszeit in diesem Modus noch kleiner, wobei die erforderliche Baudrate zur schnellstmöglichen Übertragung ebenfalls verringert wird.

10.6.2 Minimale Baudrate

Die minimal erforderliche Baudrate hängt von der Anzahl der zu übertragenden Zeichen und der Zykluszeit des Burst Modus (Standard, schnell, schnellster) ab. Sie kann wie folgt berechnet werden:

$$b = \frac{n_{bit} \cdot n_{char}}{t_{cycle}}$$

mit:

b = minimal erforderliche Baudrate in [bit/s]

n_{bit} = die Anzahl der erforderlichen Bits zur Übertragung eines Zeichens einschließlich Stopbit, ist stets 9 (8 Datenbits und 1 Stopbit); Einheit in [bit/char]

n_{char} = Anzahl der Zeichen im Burst String einschließlich Leerzeichen, <CR> und <LF>; Einheit in [char]

t_{cycle} = Zykluszeit in [s]

Beispiel:

Der Burst String im Format "$=TIXT" + "$=$" enthält 12 Zeichen, z.B. "1234.5 46 0<CR>". Was ist die minimal erforderliche Baudrate im schnellsten Burst Modus mit 1 ms Zykluszeit?

$$b = \frac{9bit \cdot 12char}{char \cdot 1 \cdot 10^{-3}s} = 108000\frac{bit}{s} \rightarrow \underline{\underline{115200\frac{bit}{s}}}$$

10.7 Geräteinformationen

Die Geräteinformationen sind werksvoreingestellt, sie sind nicht veränderbar.

Befehl	Beschreibung	Antwort (Beispiel)
?XU	Gerätename	"!XUMMLT"
?DS	Zusatzbezeichnung, z.B. für Spezials	"!DSRAY"
?XV	Seriennummer	"!XV2C027"
?XR	Firmware Revisionsnummer	"!XR2.08"
?XH	Oberer Temperaturbereich	"!XH0800.0"
?XB	Unterer Temperaturbereich	"!XB-040.0"

Tabelle 8: Geräteinformationen

10.8 Einstellen des Geräts

10.8.1 Allgemeine Einstellungen

U=C	Temperatureinheit setzen (C oder F oder K). Im Falle der Änderung der Temperatureinheit werden alle anderen temperaturbezogenen Parameter (z.B. Schwellwerte) automatisch umgerechnet.
E=0.950	Emissionsgrad setzen, Einstellung des Befehls "ES" beachten!
A=250	Wert für Kompensation der Hintergrundstrahlung setzen, Einstellung des Befehls "AC" beachten!
XG=1.000	Transmissionsgrad setzen
?T	Abfrage der aktuellen Messobjekttemperatur
?I	Abfrage der internen Gerätetemperatur
?Q	Abfrage des Energiewertes der aktuellen Messobjekttemperatur

10.8.2 Abtastzeit

Die Abtastzeit definiert die Zeit zwischen zwei sich ändernden Werten an den Stromausgängen. Für alle Modelle ist diese Abtastzeit auf die spezifizierte Ansprechzeit der Geräte voreingestellt.
Die nicht ganz so schnellen LT, G5, MT, 3M und G7 Sensoren sind in der Lage, ihren Stromausgang deutlich schneller als die spezifizierte Ansprechzeit zu aktualisieren. Eine Reduzierung der Abtastzeit unter die Ansprechzeit bewirkt zwar eine schnellere Änderung an den Stromausgängen, dieser Vorteil wird jedoch durch ein deutlich stärkeres Rauschen durch verringerte Mittelung am A/D Wandler erkauft. Die Abtastzeit kann auf die folgende Werte gesetzt werden:

ST=20000	setzt die Abtastzeit auf 20 ms; vollständige Unterdrückung von 50 Hz Rauschen
ST=16666	setzt die Abtastzeit auf 16.6 ms; vollständige Unterdrückung von 60 Hz Rauschen
ST=2000	setzt die Abtastzeit auf 2 ms; schnellstmögliche Änderung am Stromausgang zur schnellstmöglichen Abbildung von Temperatursprüngen am Eingang, Nachteil: deutlich höheres Rauschen

10.8.3 Vorverarbeitung der Temperaturwerte

Die Abtastwerte vom A/D Wandler können entweder vor und/oder nach der eigentlichen Temperaturberechnung verarbeitet werden. Die folgenden Filter stehen für die Vorverarbeitung zur Auswahl:

FF=0 0 0	Ausschalten der Filterung. Dieser Befehl ist nur für die 2M und 1M Modelle anwendbar. Mit ausgeschaltetem Filter können schnelle Temperatursprünge am Eingang von bis zu 900 µs detektiert werden. Nachteil: Der Rauschanteil im Ausgangssignal wird deutlich erhöht.
FF=1 <threshold> 0	Mit diesem Filter werden die letzten 16 Abtastwerte gemittelt, solange die Abtastwerte über dem Grenzwert <threshold> liegen. <threshold> wird in AD Werten angeben. AD Werte können über den Befehl Q abgefragt werden. (Voreinstellung: <threshold> = 750).
FF=2 0 0	Dieses Filter berücksichtigt die spezifischen Detektorkurven von LT, G5, MT, 3M und G7 Modellen in der Art, dass sehr schnelle Temperatursprünge am Eingang von bis 20 ms detektiert werden. Nachteil: Der Rauschanteil im Ausgangssignal wird deutlich erhöht.

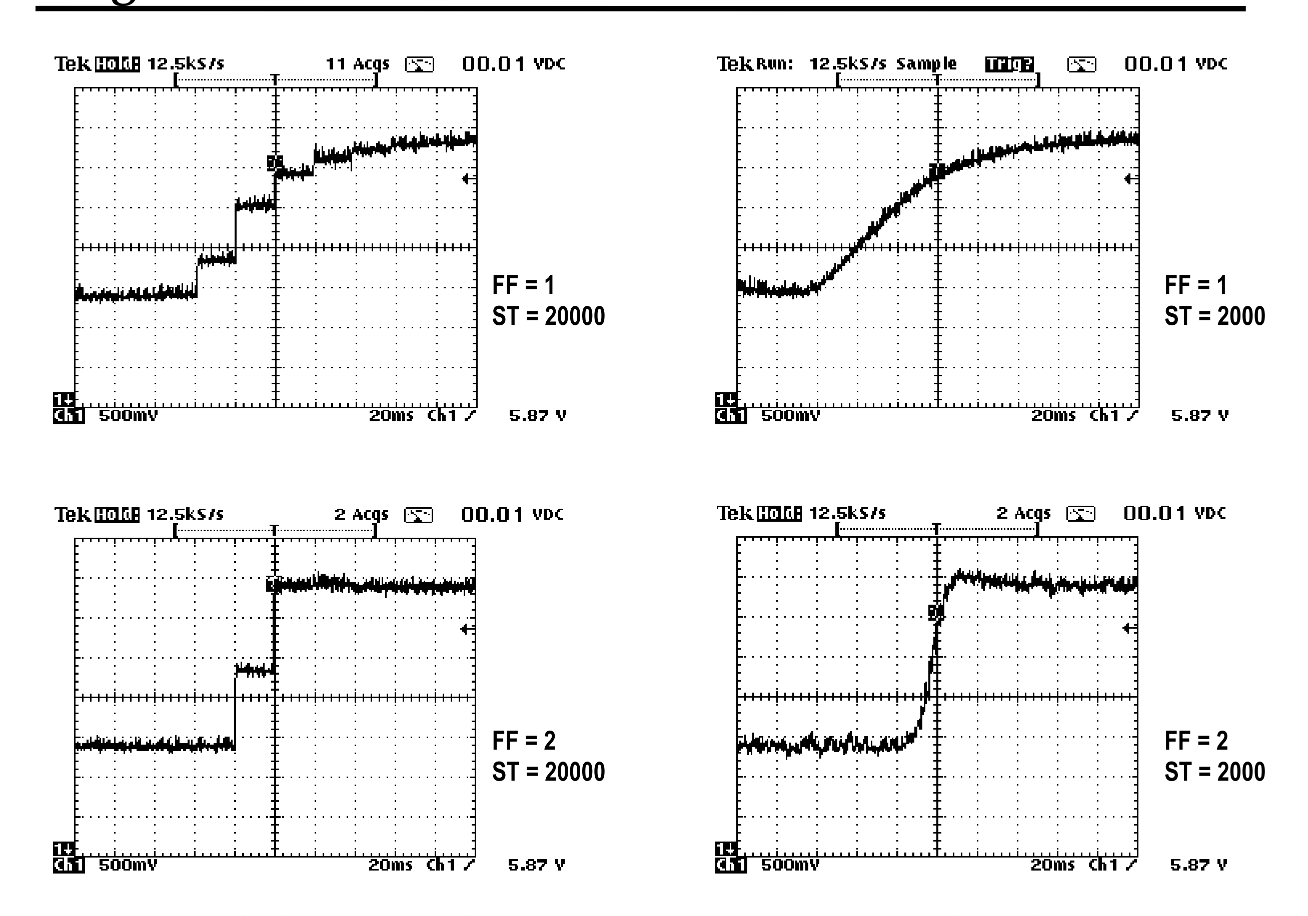


Abbildung 14: Typische Sprungantworten am Ausgang in Abhängigkeit von FF und ST (beispielhaft für einen LT Sensor)

10.8.4 Temperaturbereich

Jedes Modell hat einen Standard-Temperaturbereich, in dem es kalibriert wurde. Für besondere Anwendungen kann dieser Standard-Temperaturbereich erweitert werden:

RT=S schaltet zum Standard-Temperaturbereich
RT=E schaltet zum erweiterten Temperaturbereich

Alle Parameter der technischen Spezifikation (z.B. Genauigkeit) sind nur innerhalb des Standard-Temperaturbereichs gültig – für den erweiterten Temperaturbereich kann keine Spezifikation angegeben werden.

10.8.5 Setzen von Emissionsgrad

Das Setzen des Emissionsgrades wird über den Befehl "ES" gesteuert.

ES=I Emissionsgrad über festen Wert gesetzt
ES=E Emissionsgrad spannungsgesteuert über externen Analogeingang. Gleichzeitig wird die Kompensation der Hintergrundtemperatur ausgeschaltet ("AC=0"), wenn diese vorher auf externe Steuerung gesetzt war ("AC=2"). Für weitere Information siehe Abschnitt 7.4.3 Externer Eingang Seite 41.
?E Abfrage des aktuellen Emissionsgrades

10.8.6 Setzen der Kompensation für die Hintergrundtemperatur

Für den Fall der Kompensation der Umgebungstemperatur stehen die folgenden Modi zur Auswahl:

A=250.0 aktuelle Hintergrundtemperatur entsprechend Befehl "AC"
AC=0 keine Kompensation (interne Temperatur des Sensors entspricht der Hintergrundtemperatur)
AC=1 Kompensation mit einer konstanten Temperatur, welche über den Befehl „A“ gesetzt wird
AC=2 Kompensation mit einem Spannungssignal am externen Eingang (0 V – 5V entsprechen dem Temperaturbereich gesetzt über die Kommandos AL und AH). Temperatur kann über Befehl „A“ ausgelesen werden. Gleichzeitig wird der Emissionsgrad auf intern ("ES=I") gesetzt. Für weitere Information siehe Abschnitt 7.4.3 Externer Eingang Seite 41.

10.8.7 Temperatur Haltefunktionen

Die nachfolgende Tabelle listet die verschiedenen Temperatur Haltefunktionen mit den zugehörigen Parametern für Zeit und Rücksetzen auf.

Beachten Sie, einige der nachfolgenden Funktionen sind nicht über das Bedienfeld des Sensors sondern nur über die Programmierbefehle oder über die Software parametrierbar. Ausführliche Informationen zu den Haltefunktionen finden sich im Abschnitt 7.3 Signalverarbeitung, Seite 34.

Haltefunktion	Rücksetzen durch	Max Haltezeit	Min Haltezeit	Schwellwert	Hysterese	Abfall
		Programmierbefehl				
		P	F	C	XY	XE
keine	kein	000.0	000.0	-*	-*	-*
Max Halten	Zeit	000.1-299.9	000.0	000.0	-*	000.0
Max Halten	Trigger	300.0**	000.0	000.0	-*	000.0
Max Halten	gesendeter Burststring	-*				
Max Halten mit Abfall	Zeit	000.1-299.9	000.0	000.0	-*	0001-3000
Erweitertes Max Halten	Trigger oder Schwelle	300.0**	000.0	Temp.- bereich	-*	0000
Erweitertes Max Halten	Zeit oder Schwelle	000.1-299.9	000.0	Temp. -bereich	-*	0000
Erweitertes Max Halten mit Abfall	Zeit oder Schwelle	000.1-299.9	000.0	Temp. -bereich	-*	0001-3000

Min Halten	Zeit	000.0	000.1-299.9	000.0	-*	000.0
Min Halten	Trigger	000.0	300.0**	000.0	-*	000.0
Min Halten mit Abfall	Zeit	000.0	000.1-299.9	000.0	-*	0001-3000
Erweitertes Min Halten	Trigger oder Schwelle	000.0	300.0**	Temp. -bereich	-*	0000
Erweitertes Min Halten	Zeit oder Schwelle	000.0	000.1-299.9	Temp. -bereich	-*	0000
Erweitertes Min Halten mit Abfall	Zeit oder Schwelle	000.0	000.1-299.9	Temp. -bereich	-*	0001-3000

* Wert ohne Einfluss auf die Funktion
** Halten unendlich lange oder bis zur Triggerung

Alternativ zum linearen Signalabfall nach Rücksetzen der Haltefunktion steht auch ein gemittelter Signalabfall s zur Verfügung:

Halte Funktion	Abfallrate [K/s]	Mittelwertzeit [s]
Erweitertes Halten mit linearem Abfall	XE = 0001 - 3000	0
Erweitertes Halten mit gemitteltem Abfall	*	AA = 0.1 - 999

Tabelle 9: Funktionen zum Signalabfall

Beachten Sie die unterschiedliche Bedeutung der Befehle “XE” und “AA”:
- Lineare Abfallrate (XE), Parameter gegeben in K/s
- Abfall über eine gemittelte Zeit (AA), Parameter gegeben in Sekunden

10.9 Steuern des Geräts

10.9.1 Stromausgang

Über den Stromausgang steht ein der Messobjekttemperatur äquivalenter Strom zur Verfügung. Der Stromausgang kann auf die Bereiche 0 – 20 mA oder 4 – 20 mA gesetzt werden.

XO=4 setzt den Bereich für den Stromausgang auf 4 – 20 mA

H=500 setzt die Temperatur für den oberen Stromausgangsbereich auf 500 (in der aktuellen Temperatureinheit), z.B. der obere Stromausgangswert von 20 mA entspricht einer Temperatur von 500°C

L=0 setzt die Temperatur für den unteren Stromausgangsbereich auf 0 (in der aktuellen Temperatureinheit), z.B. der untere Stromausgangswert von 4 mA entspricht einer Temperatur von 0°C

Die minimale Temperaturdifferenz zwischen den Parametern “H” und “L” beträgt 20 K.

Für Testzwecke kann auch ein konstanter Ausgabestrom unabhängig von der Messobjekttemperatur definiert werden:

O=13.57 konstante Stromausgabe von 13.57 mA

O=60 Rückkehr zur temperaturgesteuerten Stromausgabe

10.9.2 Relaisausgang

Der Relaisausgang (Alarmausgang) kann wie folgt ausgelöst:
- durch die Messobjekttemperatur
- durch die interne Sensortemperatur
- “per Hand” (befehlsgesteuert)

Der Alarmausgang kann gesetzt werden auf:

N.C.: normalerweise geschlossen: Relaiskontakte sind im Ruhezustand geschlossen

oder

N.O.: normalerweise offen: Relaiskontakte sind im Ruhezustand geöffnet

K=2 Alarmausgang getriggert durch die Messobjekttemperatur und interne Sensortemperatur, N.O.

K=3 Alarmausgang getriggert durch die Messobjekttemperatur und interne Sensortemperatur, N.C.

K=4 Alarmausgang getriggert durch die interne Sensortemperatur, N.O.

K=5 Alarmausgang getriggert durch die interne Sensortemperatur, N.C.

K=6 Alarmausgang getriggert durch die Messobjekttemperatur, N.O.

K=7 Alarmausgang getriggert durch die Messobjekttemperatur, N.C.

XS=125.3 setzt die Alarmschwelle auf 125.3 (in aktueller Temperatureinheit). Die Alarmschwelle <XS> wird ausschließlich zur Überwachung der Messobjekttemperatur genutzt. Bei der internen Sensortemperatur (K=4, K=5) zum Einstellen ist die Alarmschwelle fest auf 65°C eingestellt.

10.9.3 Externer Eingang

Der externe Eingang kann mit mehreren Funktionen belegt werden, siehe Abschnitt 7.4.3 Externer Eingang, Seite 41. Die folgenden Befehle ändern die Funktion des externen Eingangs automatisch:

P=300, F=300 externer Eingang als Trigger, Rücksetzen der (erweiterten) Max/Min Haltefunktion

ES=E externer Eingang als Spannungseingang (0 – 5 V) zum Setzen des Emissionsgrads

AC=2 externer Eingang als Spannungseingang (0 – 5 V) zur Kompensation der Hintergrundtemperatur

XL=T externer Eingang zum Ein-/ Ausschalten des Lasers

Mehr als eine Funktion darf nicht gleichzeitig für den externen Eingang aktiviert werden. Andernfalls wird der Sensor zwar nicht zerstört, reagiert jedoch völlig unbestimmt in seinem Verhalten.

?XT liefert den Triggerstatus am externen Eingang

?TV liefert die gemessene Eingangsspannung am externen Eingang

10.9.4 Gerätesperre

Der Zugriff auf das Gerät kann über die serielle Schnittstelle oder über die Tasten am Bedienfeld erfolgen. Um den Zugriff über die Tasten zu sperren, ist folgender Befehl zu verwenden:

J=L Eingabe über Tasten gesperrt

10.10 RS485 Kommunikation

Die serielle RS485 Kommunikation kann im 2-Draht oder im 4-Draht Modus laufen.

HM=2 setzt den Sensor in den 2-Draht Modus

HM=4 setzt den Sensor in den 4-Draht Modus

Die Baudrate kann über einen der beiden Befehle gesetzt werden:

D=576 setzt die Baudrate auf 57600, die Baudrate wird über 3 Zahlen definiert (003, 012, 024, 096, 192, 384, 576, 115). Befehl ist kompatibel zur Marathon Serie.

BR=57600 setzt die Baudrate auf 57600, die Baudrate wird über bis zu 6 Zahlen definiert (300, 1200, 2400, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200)

Für den Fall, dass der Sensor im 2-Draht Modus benutzt wird, ist die Baudrate auf 38400 begrenzt!

10.11 Netzwerkbetrieb

Bis zu 32 Geräte können innerhalb eines RS485 Netzwerks zusammengeschaltet werden, siehe Abschnitt 6.4 Installation mehrerer Messköpfe in einem Netzwerk, Seite 29. Zum gezielten Ansprechen eines Geräts, muss dem gesendeten Befehl die Adresse des gewünschten Geräts als dreistelliger Code vorangestellt werden. Die Adresse kann im Bereich 001 bis 032 liegen. Ein Gerät mit Adresse 000 befindet sich im Eingerätebetrieb und nicht im Netzwerkbetrieb.

XA=024 setzt Geräteadresse auf 24

Ändern einer Adresse:
(z.B. Geräteadresse von 17 auf 24 ändern)

Befehl	Antwort	
"017?E"	"017E0.950"	*// Anfrage an den Sensor auf Adresse 17*
"017XA=024"	"017XA024"	*// Setzen der neuen Adresse*
"024?E"	"024E0.950"	*// Anfrage an den gleichen Sensor jetzt auf Adresse 24*

Wird die Zahlenkombination 000 verwendet, so erhalten alle angeschlossenen Geräte den Befehl, ohne jedoch eine Antwort zu senden:

Befehl	Antwort
"024?E"	"024E0.950"
"000E=0.5"	wird von allen Geräten ausgeführt, keine Antwort gesendet
"024?E"	"024E0.500"
"012?E"	"012E0.500"



Ist die Adresse eines Sensors im Bereich 001 bis 032, so werden die Tasten des Bedienfelds automatisch gesperrt. Das Bedienfeld kann mit dem Befehl „xxxJ=U“ entsperrt werden, wobei xxx der Adresse entspricht.

10.12 Befehlssatz

P ... Pollen (Abfragen), B ... Bursten, S ... Setzen, N ... Notification (Benachrichtigung)

(1) n = Nummer, X = Großbuchstaben

Beschreibung	Char	Format	P	B	S	N	Gültige Werte	Werksvor-einstellung	LCD
Abfrage Parameter	?	?X/?XX	√				?T		
Setze Parameter	=	X/XX=...			√		E=0.85		
Netzwerk Adresse		001?E	√		√		Antwort: 001!E0.950	000	
Fehlermeldung	*						*Syntax error		
Bestätigung	!						!P010		
Burst String Format	$		√		√			UTEI	
Temperaturwert für Hintergrundtemperaturkompensation	A	nnnn.n	√		√		0 – max. Bereich		
Erw. Halten mit Mittelung	AA	nnn.n	√		√		0 = keine Mittelung 0.1 … 999.0 s	0	
Steuerung Hintergrundtemperaturkompensation	AC	n	√		√		0 = keine Kompensation, 1 = über Befehl <A> 2 = externer Eingang (0V—5V)	0	
Untere Temp. für Hintergrundtemperaturkompensation am externen Eingang bei 0 V	AL	nnnn.n	√		√		min. Bereich – max. Bereich	min. Bereich	
Obere Temp. für Hintergrundtemperaturkompensation am externen Eingang bei 5 V	AH	nnnn.n	√		√		min. Bereich – max. Bereich	max. Bereich	
Burst Peak Hold nur für 1M/2M Modelle	BP	n	√		√		0 = aus (kein Max Halten) 1 = ein Pollmodus: Max Haltezeit über <BS> + 10 ms Burstmodus: Max Haltezeit über <BS>	0	
Baudrate	BR	nnnnnn	√		√		9600, 19200, 38400, 57600, 115200	38400 mit Auslieferung, keine Änderung bei Aufruf der Werksvor-einstellung	
Burstgeschwindigkeit	BS	integer	√		√		Wert in ms 50 ms ... 20 s für 1M/2M Modelle bis 5 ms einstellbar, aber Abtastrate nicht garantiert Schrittweite 5 ms	50	
Schwellwert für erweitertes Halten	C	nnnn.n	√		√		In aktueller Einheit (°C/°F/°K)	<= min. Bereich – erweitert: aus	min. Bereich
Checksumme	CS			√			mit Burststring – für alle Modelle		
Checksumme nur für 1M/2M Modelle	CS		√		√		0 = aus, 1 = an mit Pollen	0	

Beschreibung	Char	Format	P	B	S	N	Gültige Werte	Werksvor-einstellung	LCD
Innentemperatur Alarmschwelle	DA	nn.n	√		√		-10 to 65°C	65°C	
Spezial-Gerät	DS	XXX	√		(√)		e.g. !DSRAY	gesetzt in Produktion	
Emission intern	E	n.nnn	√	√	√		0.1 - 1.15	0.95	E
Fehlercode	EC	nnnn	√	√			hex Wert vom Fehlercode BIT0 Messtemperatur Überlauf BIT1 Messtemperatur Unterlauf BIT2 Interne Temp. Überlauf BIT3 Interne Temp. Unterlauf BIT4 ADC Initialisierungsfehler BIT5 EEPROM Fehler Nutzerdaten BIT6 EEPROM Fehler Kalibrierdaten BIT7 Gerät in Initialisierungsphase BIT8 Fehler Fokusmotor BIT9 Fokus: Nullposition verloren BITA Fokusmotor in Bewegung BITB mA Ausgang Überlauf BITC mA Ausgang Unterlauf		
Emission: Quelle	ES	X	√		√		I = Emission intern (über Befehl) E = Emission externer Eingang (0V—5V)	I	
Min Haltezeit	F	nnn.n	√	√	√	√	0.0 - 299.9 s (300 = ∞)	0.0s	V
Fokus, Scharfpunktabstand	FC	nnn.n	√		√	√	Innerhalb des Fokusbereichs, Wert in Meter	0.6	F
Filter Temp.- Vorverarbeitung	FF	n	√		√		0 = aus 1 = Filter Mittelung 2 = Filter Detektor	1	
Mittelungszeit	G	nnn.n	√	√	√	√	0.0 – 999.0 s	0.0 s	A
Obere mA Bereich	H	nnnn.n	√	√	√	√			H
RS485 Modus	HM	n	√		√	√	2 = 2-Draht, 4 = 4-Draht	4	CO M
Sensorinnentemperatur	I	nnn.n	√	√			In aktueller Einheit (°C/°F)		
Bedienfeld sperren	J	X	√		√	√	L = gesperrt U = entsperrt	entsperrt	CP
Steuerung Relaisausgang	K	n	√		√		0 = aus 1 = an 2 = Messtemp. und interne Temp., norm. offen 3 = Messtemp. und interne Temp., norm. zu 4 = Interne Temp. norm. offen 5 = Interne Temp. norm. zu 6 = Messtemp., norm. offen 7 = Messtemp., norm. zu	2	
Unterer mA Bereich	L	nnnn.n	√	√	√	√			L
Stromausgang	O	nn.nn	√		√		0.00 – 20.00 Strom in mA 21 = Überlauf; 60 = gerätegesteuert	60 Nach Reset = 60	
Max Haltezeit	P	nnn.n	√	√	√	√	0.0 - 299.9 s (300 = ∞)	0.0 s	P
AD Wert	Q	nnnnnnn	√	√					
Reset	RS				√		Rücksetzen der Firmware, Gerät antwortet mit: !RS[CR][LF] #XI1[CR][LF]		

Beschreibung	Char	Format	P	B	S	N	Gültige Werte	Werksvor- einstellung	LCD
Temperaturbereich	RT		√		√		E = erweiterter Bereich S = Standardbereich (= <minTemp> <maxTemp>)	S	-
Abtastzeit	ST	X	√		(√)		Für LT, G5, MT, 3M ist folgendes einstellbar (in µs): 2000, 10000, 16666, 20000 oder 33333	20000	-
Messobjekttemperatur	T	nnnn.n	√	√			In aktueller Einheit (°C/°F)		
Thermoschock Steuerung	TS	n	√		√		Y / N nur für Spezial Modelle	N	
Spannung am Eingang	TV	float	√				in Volt		
Temperatureinheit	U	X	√	√	√	√	C / K / F	C	U
Poll/burst Mode	V	X	√		√		P=poll B=burst	Poll Mode	
Video Steuerung	VI	n	√		√	√	0=aus, 1=an N=nicht installiert	0	
UART Zähler nur für 1M/2M Modelle	W	n	√	√			0 = aus, 1 = an (für Pollen) antwortet mit 4 digit Hexcode (max x7FFF) Zurückgesetzt auf 1 mit Aktivieren des Burstmodus V=B Zurückgesetzt auf 0 mit Rücksetzen von Firmware oder Gerät	0	
Burst String Inhalt	X$		√						
Netzwerkadresse	XA	0nn	√		√	√	0 – 32 (0 → Eingerätebetrieb)	0	
Unterer Temperaturbereich	XB	nnnn.n	√		(√)				
Hysterese	XD	nn	√		√		1 – 55°C/K; 1-99°F	2	
Abfallrate	XE	nnnn	√		√		1-3000K/s	0	
Werksvoreinstelllung laden	XF				√				
Transmission	XG	n.nnn	√	√	√		0.1 - 1.0	1.0	T
Oberer Temperaturbereich	XH	nnnn.n	√		(√)				
Gerät Initialisieren	XI	n	√	√	√		1 nach RESET, 2 Reset durch internen Watchdog, 0 wenn XI=0		
Steuerung des Lasers	XL	X	√		√	√	0=aus, 1=an, N=nicht installiert, Y=installiert, T=Externer Eingang zum Schalten des Lasers	0	
Stromausgang Bereich	XO	n	√		√		0 = 0...20mA, 4 = 4...20mA	4	
Zweite Alarmschwelle	XP	nnnn.n	√		√		XP = Unterer Temp.bereich deaktiviert Alarmmodus	unteren Temp.bereich	
Firmware Revision	XR		√				z.B. 1.01		
Alarmschwelle Messtemperatur	XS	nnnn.n	√		√		XS = Unterer Temp.bereich deaktiviert Alarmmodus	Unterer Temp.bereich	
Trigger	XT	n	√	√		√	0 = inaktiv, 1 = aktiv	0	
Gerätebezeichnung	XU		√		(√)		z.B. !XUMM		
Seriennummer	XV		√		(√)		z.B. 98123		
Erweitertes Halten Hysterese	XY	nnnn	√		√		0 – 3000 K	2	
Timer intern nur für 1M/2M Modelle	Z			√			0 – 9999 ms		

11 Wartung

Bei allen auftretenden Problemen stehen Ihnen die Mitarbeiter unseres Kundendienstes jederzeit zur Verfügung. Dies betrifft auch Unterstützung hinsichtlich eines optimalen Einsatzes Ihres Infrarot-Messsystems, Kalibrierung oder die Ausführung kundenspezifischer Lösungen sowie die Gerätereparatur.
Da es sich in vielen Fällen um anwendungsspezifische Lösungen handelt, die eventuell telefonisch geklärt werden können, sollten Sie vor einer Rücksendung der Geräte mit unserer Serviceabteilung in Verbindung treten, siehe Telefon- und Faxnummern am Anfang des Dokuments.

11.1 Fehlersuche bei kleineren Problemen

Symptom	Mögliche Ursache	Maßnahmen
Keine Anzeige	Spannungsversorgung unterbrochen	Spannungsversorgung prüfen
Fehlerhafter Messwert	Schadhaftes Messkopfkabel	Kabel überprüfen
Fehlerhafter Messwert	Fremdobjekt im Messfeld	Entfernen des Fremdobjekts
Fehlerhafter Messwert	Messfenster verschmutzt	Messfenster reinigen
Fehlerhafter Messwert	Falscher Emissionsgrad	Einstellung korrigieren
Temperatur wandert	Falsche Signalverarbeitung	Max- und Minimalwerthaltung bzw. Mittelwertbildung korrekt einstellen

Tabelle 10: Fehlersuche

11.2 Fehlermeldungen

Die Fehlermeldungen sollen den Bediener auf Störungen hinweisen und auch im Fall eines Systemfehlers eine sichere Fehlermeldung gewährleisten. Diese Funktion soll das System im Falle eines Einstellungsfehlers oder eines Sensordefektes abschalten.



Verlassen Sie sich bei der Temperaturüberwachung nie ausschließlich auf die integrierten Fehlermeldungen. Sichern Sie temperaturkritische Prozesse immer zusätzlich durch ein unabhängiges Alarmsystem!

Beim Ausfall einer Komponente oder Auftreten eines Fehlers wird der Fehlercode angezeigt und die Stromausgabe stellt sich automatisch auf den voreingestellten Wert ein. In den nachfolgenden Tabellen sind die auf dem Display angezeigten und über die serielle Schnittstelle gesendeten Werte aufgeführt.

Symptom	Fehlercode	Priorität	0 – 20 mA Ausgang	4 – 20 mA Ausgang
Interne Temperatur überschritten	EIHH	1 (hoch)	21 - 24 mA	21 - 24 mA
Interne Temperatur unterschritten	EIUU	2	0 mA	2 - 3 mA
Messtemperaturbereich unterschritten	EUUU	3	0 mA	2 - 3 mA
Messtemperaturbereich überschritten	EHHH	4 (gering)	21 - 24 mA	21 - 24 mA

Tabelle 11: Fehlercodes und zugehörige Werte am Stromausgang

Das Relais wird durch die auf dem Display gewählte Temperatur gesteuert. Wenn auf dem Display ein Fehlercode angezeigt wird, schaltet das Relais in den Alarmzustand, eine Ausgabe von Temperaturwerten findet nicht mehr statt.

Beim gleichzeitigen Auftreten von zwei Fehlern wird der Fehler mit der höchsten Priorität ausgegeben. Wenn beispielsweise die interne Temperatur zu hoch ist und der Messtemperaturbereich wird überschritten, so wird der Fehlercode EIHH in der Anzeige und über die Schnittstelle ausgegeben, und der Stromausgang wird auf 21 mA gesetzt.

11.3 Reinigung des Messfensters

Achten Sie stets auf die Sauberkeit des Messfensters. Fremdkörper beeinträchtigen die Messgenauigkeit. Die Reinigung des Messfensters muss mit Vorsicht erfolgen. Gehen Sie dazu bitte wie folgt vor:

1. Lose Partikel mit sauberer Luft wegblasen.
2. Verbleibende Partikel entfernen Sie am besten äußerst vorsichtig mit einem Mikrofasertuch (für optische Geräte).
3. Stärkere Verunreinigungen entfernen Sie mit einem sauberen, weichen Tuch, das mit destilliertem Wasser angefeuchtet wurde. Vermeiden Sie auf jeden Fall Kratzer auf der Linsenoberfläche!

Falls Silikone, die z. B. in Handcremes enthalten sind, auf die Optik gelangen, reinigen Sie die Oberfläche vorsichtig mit Hexan. Lassen Sie das Messfenster anschließend lufttrocknen.
Für die Entfernung von Fingerabdrücken oder Fett verwenden Sie bitte eines der folgenden Mittel:

- Spiritus
- technischer Alkohol
- Kodak Linsenreiniger

Bringen Sie eines der oben genannten Mittel auf die Optik auf. Wischen Sie vorsichtig mit einem weichen, sauberen Tuch, bis Sie auf der Oberfläche Farben sehen und lassen Sie die Oberfläche dann lufttrocknen. Reiben Sie die Oberfläche nicht trocken - sie könnten sie zerkratzen.



Benutzen Sie keinen Ammoniak oder Ammoniak enthaltene Reiniger zur Reinigung. Dies könnte zur Dauerbeschädigung der Oberfläche führen!

12 Anhang

12.1 Bestimmung des Emissionsgrads

Der Emissionsgrad ist ein Maß für die Fähigkeit von Materialien, infrarote Energie zu absorbieren oder abzustrahlen. Der Wert kann zwischen 0 und 1,0 liegen. So hat beispielsweise ein Spiegel einen Emissionsgrad von 0,1, während der sogenannte „Schwarze Strahler“ einen Emissionsgrad von 1,0 besitzt. Wenn ein zu hoher Emissionsgrad eingestellt wurde, wird eine niedrigere als die tatsächliche Temperatur angezeigt, vorausgesetzt die Temperatur des Messobjektes ist höher als die Umgebungstemperatur. Wenn Sie zum Beispiel 0,95 eingestellt haben, der Emissionsgrad jedoch nur 0,9 beträgt, wird eine niedrigere als die tatsächliche Temperatur angezeigt.
Ein unbekannter Emissionsgrad kann nach einer der folgenden Methoden ermittelt werden:

1. Bestimmen Sie mit Hilfe eines Kontaktfühlers (PT100), eines Thermoelementes oder einer anderen geeigneten Methode die aktuelle Temperatur des Materials. Messen Sie anschließend die Temperatur des Objektes und korrigieren Sie die Einstellung des Emissionsgrades bis der korrekte Temperaturwert erreicht ist. Sie haben nun den richtigen Emissionsgrad des gemessenen Materials ermittelt.
2. Für relativ kleine Temperaturen bis zu ca. 260°C kann ein Aufkleber (∅ 38 mm, bestellbar über XXXRPMACED) auf das Messobjekt geklebt werden. Der Aufkleber muss mindestens so groß sein wie der Messfleck des Sensors. Messen Sie nun die Temperatur des Aufklebers mit einem Emissionsgrad von 0.95. Messen Sie danach die Temperatur einer angrenzenden Fläche auf dem Messobjekt und verändern Sie den Emissionsgrad solange, bis die gleiche Temperatur erreicht ist. Sie haben nun den richtigen Emissionsgrad des gemessenen Materials ermittelt.
3. Wenn möglich, tragen Sie auf einen Teil der Oberfläche des Messobjektes matte schwarze Farbe auf, deren Emissionsgrad größer als 0,98 ist. Dann messen Sie die Temperatur der gefärbten Stelle bei eingestelltem Emissionsgrad von 0,98. Messen Sie danach die Temperatur einer angrenzenden Fläche auf dem Messobjekt und verändern Sie den Emissionsgrad solange, bis die gleiche Temperatur erreicht ist. Sie haben nun den richtigen Emissionsgrad des gemessenen Materials ermittelt.

12.2 Typische Emissionsgrade

Die folgenden Emissionsgradtabellen können zu Rate gezogen werden, wenn keine der obigen Methoden zur Emissionsgradbestimmung durchführbar ist. Allerdings sind die Tabellenwerte lediglich Durchschnittswerte, da der Emissionsgrad eines Materials von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Dazu gehören:

1. Temperatur
2. Messwinkel
3. Geometrie der Oberfläche (eben, konkav, konvex)
4. Dicke
5. Oberflächenbeschaffenheit (poliert, rau, oxidiert, sandgestrahlt)
6. Spektralbereich der Messung
7. Transmissionsvermögen (z.B. bei dünnen Plastikfolien)

METALLE

Material	Emissionsgrad					
	1 µm	**1.6 µm**	**2.3 µm**	**3.9 µm**	**5 µm**	**8 – 14 µm**
Aluminium						
nicht oxidiert	0.1-0.2	0.02-0.2	0.02-0.2	0.02-0.2	0.02-0.2	0.02-0.1
oxidiert	0.4	0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4
Leg. A3003, oxidiert		0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
aufgeraut	0.2-0.8	0.2-0.6	0.2-0.6	0.1-0.4	0.1-0.4	0.1-0.3
poliert	0.1-0.2	0.02-0.1	0.02-0.1	0.02-0.1	0.02-0.1	0.02-0.1
Messing						
poliert	0.1-0.3	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05
rau			0.4	0.3	0.3	0.3
oxidiert	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
Chrom	0.4	0.4	0.05-0.3	0.03-0.3	0.03-0.3	0.02-0.2
Kupfer						
poliert		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
aufgeraut		0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.15	0.05-0.15	0.05-0.1
oxidiert	0.2-0.8	0.2-0.9	0.7-0.9	0.5-0.8	0.5-0.8	0.4-0.8
Gold	0.3	0.01-0.1	0.01-0.1	0.01-0.1	0.01-0.1	0.01-0.1
Haynes						
Legierung	0.5-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.3-0.8	0.3-0.8	0.3-0.8
Inconel						
oxidiert	0.4-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.7-0.95
gesandstrahlt	0.3-0.4	0.3-0.6	0.3-0.6	0.3-0.6	0.3-0.6	0.3-0.6
elektropoliert	0.2-0.5	0.25	0.25	0.15	0.15	0.15
Eisen						
oxidiert	0.4-0.8	0.5-0.8	0.7-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.5-0.9
nicht oxidiert	0.35	0.1-0.3	0.1-0.3	0.05-0.25	0.05-0.25	0.05-0.2
verrostet		0.6-0.9	0.6-0.9	0.5-0.8	0.5-0.8	0.5-0.7
geschmolzen	0.35	0.4-0.6	0.4-0.6			
Eisen, gegossen						
oxidiert	0.7-0.9	0.7-0.9	0.7-0.9	0.65-0.95	0.65-0.95	0.6-0.95
nicht oxidiert	0.35	0.3	0.1-0.3	0.25	0.25	0.2
geschmolzen	0.35	0.3-0.4	0.3-0.4	0.2-0.3	0.2-0.3	0.2-0.3
Eisen, geschmiedet						
stumpf	0.9	0.9	0.95	0.9	0.9	0.9
Blei						
poliert	0.35	0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.1
rau	0.65	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
oxidiert		0.3-0.7	0.3-0.7	0.2-0.7	0.2-0.7	0.2-0.6
Magnesium	0.3-0.8	0.05-0.3	0.05-0.2	0.03-0.15	0.03-0.15	0.02-0.1
Quecksilber		0.05-0.15	0.05-0.15	0.05-0.15	0.05-0.15	0.05-0.15
Molybdän						
oxidiert	0.5-0.9	0.4-0.9	0.4-0.9	0.3-0.7	0.3-0.7	0.2-0.6
nicht oxidiert	0.25-0.35	0.1-0.35	0.1-0.3	0.1-0.15	0.1-0.15	0.1

Material	METALLE Emissionsgrad					
	1 µm	1.6 µm	2.3 µm	3.9 µm	5 µm	8 – 14 µm
Monel (Ni-Cu)	0.3	0.2-0.6	0.2-0.6	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1-0.14
Nickel						
oxidiert	0.8-0.9	0.4-0.7	0.4-0.7	0.3-0.6	0.3-0.6	0.2-0.5
elektrolytisch	0.2-0.4	0.1-0.3	0.1-0.2	0.1-0.15	0.1-0.15	0.05-0.15
Platin						
schwarz		0.95	0.95	0.9	0.9	0.9
Silber		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Stahl						
kaltgewalzt	0.8-0.9	0.8-0.9		0.8-0.9	0.8-0.9	0.7-0.9
Grobblech			0.6-0.7	0.5-0.7	0.5-0.7	0.4-0.6
poliertes Blech	0.35	0.25	0.2	0.1	0.1	0.1
geschmolzen	0.35	0.25-0.4	0.25-0.4	0.1-0.2	0.1-0.2	
oxidiert	0.8-0.9	0.8-0.9	0.8-0.9	0.7-0.9	0.7-0.9	0.7-0.9
rostfrei	0.35	0.2-0.9	0.2-0.9	0.15-0.8	0.15-0.8	0.1-0.8
Zinn (nicht oxidiert)	0.25	0.1-0.3	0.1-0.3	0.05	0.05	0.05
Titan						
poliert	0.5-0.75	0.3-0.5	0.2-0.5	0.1-0.3	0.1-0.3	0.05-0.2
oxidiert		0.6-0.8	0.6-0.8	0.5-0.7	0.5-0.7	0.5-0.6
Wolfram			0.1-0.6	0.05-0.5	0.05-0.5	0.03
poliert	0.35-0.4	0.1-0.3	0.1-0.3	0.05-0.25	0.05-0.25	0.03-0.1
Zink						
oxidiert	0.6	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1
poliert	0.5	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02

Tabelle 12: Typische Emissionsgrade

NICHT-METALLE

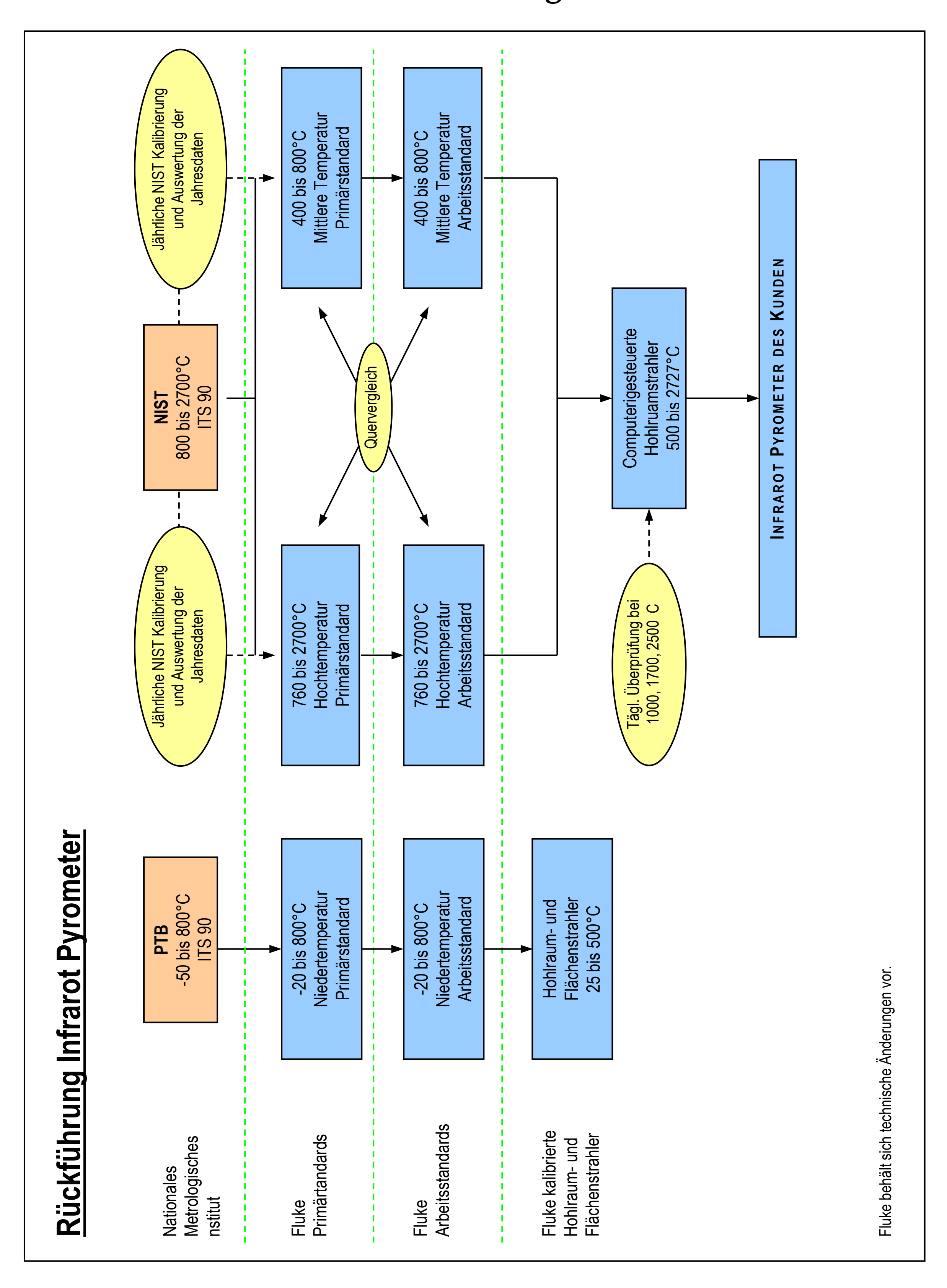
Material	Emissionsgrad				
	1 µm	1.6 µm	2.3 µm	5 µm	8 – 14 µm
Asbest	0.9		0.8	0.9	0.95
Asphalt				0.95	0.95
Basalt				0.7	0.7
Kohlenstoff					
nicht oxidiert	0.8-0.95		0,8-0,9	0.8-0.9	0.8-0.9
Graphit	0.8-0.9		0.8-0.9	0.7-0.9	0.7-0.8
Karborund			0.95	0.9	0.9
Keramik	0.4		0.8-0.95	0.8-0.95	0.95
Kies			0.8-0.95	0.85-0.95	0.95
Beton	0.65		0.9	0.9	0.95
Stoff				0.95	0.95
Glas					
Scheibe			0.2	0.98	0.85
Schmelze			0.4-0.9	0.9	
Kies				0.95	0.95
Gips				0.4-0.97	0.8-0.95
Eis					0.98
Kalkstein				0.4-0.98	0.98
Farbe (nicht alkalisch)					0.9-0.95
Papier (jede Farbe)				0.95	0.95
Kunststoff (durchsichtig > 0,5 µm)				0.95	0.95
Gummi				0.9	0.95
Sand				0.9	0.9
1. Schnee					0.9
Erde					0.9-0.98
Wasser					0.93
Holz, natürlich				0.9-0.95	0.9-0.95

Tabelle 13: Typische Emissionsgrade

Beachten Sie folgende Richtlinien, um die Messung der Oberflächentemperatur zu optimieren:

- Bestimmen Sie den Emissionsgrad des Objektes mit Hilfe des Gerätes, welches auch für die Messungen benutzt werden soll.
- Vermeiden Sie Reflexionen durch Abschirmen des Objektes gegen umliegende Temperaturquellen.
- Für die Messung an heißeren Objekten verwenden Sie bitte Geräte mit der kürzesten möglichen Wellenlänge.
- Für die Messung an durchscheinenden Materialien, wie zum Beispiel Kunststofffolien oder Glas, muss der Hintergrund einheitlich beschaffen und kälter als das Messobjekt sein.

13 Rückführbarkeit der Kalibrierung



14 Notizen